



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

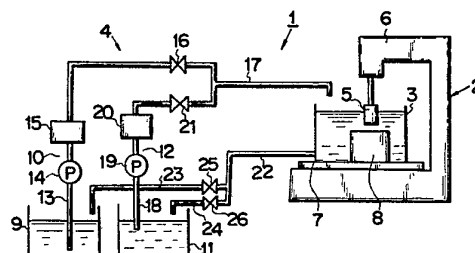
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

②①	Gesuchsnummer:	1349/82	⑦③	Inhaber: Sodick Co., Ltd, Yokohama-shi/Kanagawa (JP)
②②	Anmeldungsdatum:	05.03.1982		
③⑩	Priorität(en):	17.03.1981 JP 56-37314	⑦②	Erfinder: Furukawa, Toshihiko, Yamato-shi/Kanagawa (JP)
②④	Patent erteilt:	30.09.1986		
④⑤	Patentschrift veröffentlicht:	30.09.1986	⑦④	Vertreter: Micheli & Cie, ingénieurs-conseils, Genève

⑤4) Verfahren und Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung.

(57) Bei einem Verfahren zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung wird ein Werkstück (8) mit einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit einer Bearbeitung mittels elektrischer Entladung ausgesetzt, wobei Wasser als dielektrisches Fluid verwendet wird; anschliessend wird das Werkstück (8) fein bearbeitet, wobei Öl als dielektrisches Fluid verwendet wird. Eine Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens weist ein Zuführsystem (4), um Wasser oder Öl als dielektrisches Fluid einem Bearbeitungsspalt zwischen dem Werkstück (8) und der Werkzeugelektrode (3) wahlweise zuzuführen, und eine Rückführeinrichtung (22 - 26) auf, um selektiv das in dem Bearbeitungsspalt verwendete, dielektrische Fluid in einen Öl- oder einen Wasserbehälter zurückzuleiten.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung, zu dessen Durchführung ein dielektrisches Fluid einem Bearbeitungsspalt zwischen einem Werkstück und einer Werkzelektrode zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (8) mit einer hohen Geschwindigkeit mit Wasser als dem dielektrischen Fluid grob bearbeitet wird, dass nach der Grobbearbeitung das dielektrische Fluid in Öl geändert wird, und dass dann das Werkstück (8) fein bearbeitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei den Bearbeitungsschritten das Werkstück (8) bezüglich der Werkzelektrode (5) in vorbestimmter Weise in einer Ebene bewegt wird, die senkrecht zu der Richtung der Relativbewegung der Werkzelektrode (5) auf das Werkstück (8) zu verläuft.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (8) jeweils um vorbestimmte Strecken in einer Anzahl Richtungen in der Ebene bewegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasser und das Öl dem Bearbeitungsspalt wahlweise durch eine das dielektrische Fluid zuführende Einrichtung (4) zugeführt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Werkstücks (8) mittels eines dielektrischen Fluids abgeschreckt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem dielektrischen Fluid von Öl auf Wasser übergegangen wird, und dass die abgeschreckte Oberfläche des Werkstücks (8) in einer deren Rauigkeit entsprechender Tiefe entfernt wird.

7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Ölzuführsystem (12) mit einem Ölbehälter (11); durch ein Wasserzuführsystem (10) mit einem Wasserbehälter (9); durch eine Zuführeinrichtung (4), um wahlweise Wasser oder Öl als das dielektrische Fluid dem Bearbeitungsspalt durch Auswählen des Wasser-(10) oder des Ölzuführsystems (12) zuzuführen, und durch eine Rückführeinrichtung (22 bis 26; 40; 60) zum Rückleiten des in dem Bearbeitungsspalt benutzten, dielektrischen Fluids zu dem entsprechenden Behälter (9, 11).

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückführeinrichtung (40) eine Richtungssteuerungseinrichtung mit einem Magnetventil (54) ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückführeinrichtung (40; 60) mit einem Trennbehälter (42; 64) zum Trennen des Öls und des Wassers in eine obere und eine untere Schicht, mit einer ersten Zuführeinrichtung (45, 47; 70, 72), um das Fluid das sich nahe der Unterseite des dielektrischen Fluids in dem Ölbehälter (11) befindet, in den Trennbehälter (42, 62) zurückzuleiten, mit einer zweiten Zuführeinrichtung (43, 46; 69, 71), um das Fluid (41), das sich nahe der Oberfläche des dielektrischen Fluids in dem Wasserbehälter (9) befindet, dem Trennbehälter (42, 62) zuzuführen, und mit einer Rückgewinnungseinrichtung (50 bis 53; 63 bis 68), um das Öl und das Wasser, die in dem Trennbehälter (42, 62) getrennt sind, rückzugewinnen und um es dem Ölbehälter (11) bzw. dem Wasserbehälter (9) zuzuführen.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückgewinnungseinrichtung (63 bis 68) eine erste Bahn, die zwischen einer ersten Stelle (64) an dem Trennbehälter (42; 62) und dem Wasserbehälter (9) vorgesehen ist, eine zweite Bahn (53; 65), die zwischen einer zweiten Stelle (63) an dem Trennbehälter (62) und dem Ölbehälter (11) vorgesehen ist, wobei die zweite Stelle (63) höher liegt als die erste Stelle (64), ein Ventil (46; 67), das in der ersten Bahn (66, 68) vorgesehen ist, einen Detektor (48; 81), der in dem

Trennbehälter (42; 62) vorgesehen ist und sich entsprechend der Änderung im Niveau der Grenzfläche zwischen der oberen und der unteren Schicht aufwärts und abwärts bewegt, und eine Einrichtung (49; 90) zum Öffnen des Ventils aufweist, wenn der Detektor (48; 81) sich zumindest auf dem Niveau der ersten Stelle (64) nach oben bewegt.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (48; 81) ein Schwimmer (48a; 79) ist, dessen spezifisches Gewicht grösser als das von Öl, aber kleiner als das von Wasser ist.

12. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Niveau, auf welchem Wasser dem Trennbehälter (42; 62) durch die erste Zuführeinrichtung (45, 47; 70, 72) zugeführt wird, niedriger als der Pegel ist, auf welchem Öl dem Trennbehälter (42; 62) durch die zweite Zuführeinrichtung (43, 46; 69, 71) zugeführt wird.

13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil in der Weise gesteuert wird, dass das Niveau der Grenzfläche immer zwischen den beiden Niveaus liegt.

14. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Zuführeinrichtung eine ölentfernende Einrichtung (104 bis 117) aufweist, um das Öl zu entfernen, das auf der Oberfläche des Wassers in dem Wasserbehälter (9) schwimmt.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 8.

Bekanntlich kann eine Bearbeitung mittels elektrischer Entladung mit Hilfe von Wasser oder Öl durchgeführt werden, das in einem Spalt zwischen der Elektrode und einem Werkstück vorhanden ist. Die Verwendung von Wasser hat den Vorteil, dass die Bearbeitungsgeschwindigkeit erheblich höher ist als bei der Verwendung von Öl. Beispielsweise kann in einer Drahtabschneid-Bearbeitungseinrichtung mittels elektrischer Entladung, obwohl der obere Grenzwert der Arbeitsgeschwindigkeit bei etwa 6 bis 8 mm²/min liegt, wenn Öl als dielektrisches Fluid verwendet wird, eine Arbeitsgeschwindigkeit von 50 mm²/min erhalten werden, wenn Wasser als dielektrisches Fluid benutzt wird. Das heisst, wenn Wasser als dielektrisches Fluid verwendet wird, kann die Arbeitsgeschwindigkeit etwa auf das Achtfache bezüglich der Geschwindigkeit erhöht werden, die bei der Verwendung von Öl erhalten wird. Wenn jedoch Wasser verwendet wird, wird die Bearbeitung des Werkstücks auf beiden Flächen, was auf einer Erscheinung beruht, die sich infolge der elektrolitischen Wirkung aus der niedrigen Isolationseigenschaft des Wassers ergibt, insbesondere an den Eckteilen besonders ausgeprägt. Deswegen ist die Genauigkeit an Ecken schlecht. Somit ergibt sich bei der Verwendung von Wasser als dielektrischem Fluid bei der Bearbeitung eine geringere Genauigkeit als bei der Verwendung von Öl.

Die Erfindung soll daher ein Verfahren und eine Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung schaffen, bei welchen die Nachteile des herkömmlichen Bearbeitungsverfahrens bzw. der herkömmlichen Bearbeitungseinrichtung mittels elektrischer Entladung beseitigt sind, mit welchen ein Werkstück mit einer höheren Arbeitsgeschwindigkeit auf eine geforderte Grösse bearbeitet werden kann, und bei welchen ein Werkstück mit einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit genau bearbeitet werden kann. Darüber hinaus sollen gemäss der Erfindung noch ein Verfahren und eine Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer

Entladung geschaffen werden, bei welchen die bearbeitete Oberfläche eines Werkstücks ohne weiteres mit einer hohen Geschwindigkeit abgeschreckt bzw. gehärtet werden kann.

Gemäss der Erfindung ist dies bei einem Verfahren zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemässen Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 6 angegeben. Ferner kann dies mit einer Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7 durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil dieses Anspruchs erreicht werden. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemässen Einrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen 8 bis 14 angeführt.

Gemäss der Erfindung ist ein Verfahren zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung, zu dessen Durchführung ein dielektrisches Fluid einem Bearbeitungsspalt zwischen einem Werkstück und einer Werkzeugelektrode zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück mit einer hohen Geschwindigkeit mit Wasser als dem dielektrischen Fluid grob bearbeitet wird, dass nach der Grobbearbeitung das dielektrische Fluid in Öl geändert wird, und dass dann das Werkstück fein bearbeitet wird.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist eine Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung, bei welcher zur Durchführung das vorstehend beschriebene Verfahren angewendet wird, ein Ölzuführsystem mit einem Ölbehälter, mit einer Ölpumpe, um das Öl in den Ölbehälter zu pumpen, und mit einem Ölfilter, um das von der Ölpumpe zugeführte Öl zu filtern, ein Wasserzuführsystem mit einem Wasserbehälter, mit einer Wasserpumpe, um das Wasser in den Wasserbehälter zu pumpen, und mit einem Wasserfilter, um das von der Wasserpumpe zugeführte Wasser zu filtern, eine Wähleinrichtung, um entweder Wasser oder Öl als dielektrisches Fluid zuzuführen, indem entweder das Öl- oder das Wasserzuführsystem ausgewählt wird, und eine Einrichtung auf, um selektiv das dielektrische Fluid, das aus einem Arbeitsbehälter abgelassen worden ist, in den Wasser- oder den Ölbehälter zurückzuleiten. Die erfindungsgemässe Einrichtung weist ferner eine Einrichtung auf, um das in dem Wasserbehälter enthaltene Öl zu dem Ölbehälter und das in dem Ölbehälter enthaltene Wasser in den Wasserbehälter zurückzuleiten. Die Rückführeinrichtung hat einen Trennbehälter, in welchem das Wasser-Ölgemisch in Wasser und Öl getrennt wird, indem das unterschiedliche spezifische Gewicht von Wasser und Öl ausgenutzt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung;

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Steuereinrichtung zum Steuern der in Fig. 1 wiedergegebenen Einrichtung;

Fig. 3 ein Flussdiagramm, in welchem ein Programm für die in Fig. 2 dargestellte Steuereinrichtung wiedergegeben ist;

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf einen Teil eines Werkstücks;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer in der Einrichtung der Fig. 1 verwendeten, das dielektrische Fluid trennenden Einrichtung;

Fig. 6 eine schematische Draufsicht auf einen Teil eines Werkstücks;

Fig. 7 eine Schnittansicht eines Teils einer weiteren Ausführungsform einer Trenneinrichtung für das dielektrische Fluid;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer Einrichtung zum Entfernen von Öl, das auf der Oberfläche von Wasser in einem Wasserbehälter schwimmt, und

Fig. 9 eine entlang einer Linie II-II in Fig. 8 vorgenommene, vergrösserte Schnittansicht eines wichtigen Teils der Einrichtung.

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform einer Einrichtung zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung dargestellt, wobei zur Durchführung das erfindungsgemässe Verfahren verwendet ist. Eine Einrichtung 1 zur Bearbeitung mittels elektrischer Entladung weist eine elektrische Entladungsvorrichtung 2 und eine Einrichtung 4 auf, um ein dielektrisches Fluid einem Arbeitsbehälter 3 zuzuführen, der an der elektrischen Entladungsvorrichtung 2 angebracht ist.

Die in herkömmlicher Weise ausgeführte elektrische Entladungsvorrichtung 2 weist einen Kopf 6, an welchem eine Werkzeugelektrode 5 angebracht ist, und einen Arbeitstisch 7 auf, auf welchem der Arbeitsbehälter 3 gehalten ist. Die Werkzeugelektrode 5 kann durch eine an dem Kopf 6 vorgesehene (nicht dargestellte) Vorschubeinrichtung in der vertikalen Richtung (der Z-Richtung) bewegt werden; ferner ist der Arbeitstisch 7 so angeordnet, dass er in einer Ebene, die senkrecht zu der Vorschubrichtung der Werkzeugelektrode 5 verläuft, d. h. in der X-Y-Ebene bewegbar ist.

Die Einrichtung 4 ist eine Einrichtung, um selektiv Wasser oder Öl als dielektrisches Fluid in den Arbeitsbehälter 3 einzubringen, in welchem ein Werkstück 8 angeordnet ist, und sie weist ein Wasserzuführsystem 10 mit einem Wasserbehälter 9 und ein Ölzuführsystem 12 mit einem Ölbehälter 11 auf. Das Wasserzuführsystem 10 weist eine Wasserzuführleitung 13 mit einer Wasserspeisepumpe 14 und einem Filter 15 auf, und ein Endteil der Wasserzuführleitung 13 erstreckt sich bis in die Nähe des Bodens des Wasserbehälters 9. Das Wasser, das aus dem Wasserbehälter 9 über die Wasserzuführleitung 13 gepumpt worden ist, wird durch den Filter 15 gefiltert, und dann durch ein Magnetventil 16 geleitet, um Wasser einer Speiseleitung 17 für das dielektrische Fluid zuzuleiten, welche direkt zu dem Arbeitsbehälter 3 führt. Das Ölzuführsystem 12 weist eine Ölzuführleitung 18 mit einer Ölförderpumpe 19 und einem Ölfilter 20 auf, und ein Ende der Ölzuführleitung 18 ist etwas unterhalb der Oberfläche in dem Ölbehälter 11 angeordnet. Das Öl, das durch die Ölförderpumpe 19 durch die Ölzuführleitung 18 gepumpt worden ist, wird der Speiseleitung 17 über ein Magnetventil 21 zugeleitet, nachdem es durch den Ölfilter gefiltert worden ist. Ein Ende einer Abflussleitung 22 ist mit dem unteren Teil des Arbeitsbehälters 3 verbunden, und ihr anderes Ende ist mit einer mit dem Wasserbehälter 9 in Verbindung stehenden Wasserrückführleitung 23 und mit einer mit dem Ölbehälter 11 in Verbindung stehenden Ölrückführleitung 24 verbunden. Diese Leitungen 23 und 24 weisen Magnetventile 25 bzw. 26 auf, und durch wahlweises Öffnen des Magnetventils 25 oder 26 wird das dielektrische Fluid (Öl oder Wasser) in dem Arbeitsbehälter 3 selektiv entweder in den Behälter 9 oder den Behälter 11 zurückgeleitet.

Wenn Wasser als dielektrisches Fluid gewählt ist, ist folglich nur die Wasserspeisepumpe 14 wirksam, und die Magnetventile 16 und 25 sind geöffnet, während die Magnetventile 21 und 26 geschlossen sind, so dass nur Wasser über die Speiseleitung 17 in den Arbeitsbehälter 3 geleitet wird, und das dielektrische Fluid in dem Arbeitsbehälter 3 kann über die Abflussleitung 22 und die Wasserrückführleitung 23 in den Wasserbehälter zurückgeleitet werden. Da in diesem Fall der Endteil der Wasserzuführleitung bis in die Nähe des Bodens des Wasserbehälters 9 verläuft, und Öl, das sich aus irgendeinem Grund in dem Wasserbehälter befindet, auf der Wasseroberfläche schwimmt, wird nur Wasser über die Wasserzuführleitung 13 abgepumpt. Wenn dagegen Öl als dielek-

trisches Fluid gewählt ist, ist nur die Ölförderpumpe 19 wirksam und nur die Magnetventile 21 und 26 sind offen, während die Magnetventile 16 und 25 geschlossen sind, so dass nur Öl über die Speiseleitung 17 in den Arbeitsbehälter 3 geleitet wird, und das dielektrische Fluid in dem Arbeitsbehälter 3 somit über die Abflussleitung 22 und die Ölrückführleitung 24 in den Ölbehälter 11 zurückgeleitet wird. Da das Ende der Ölzuführleitung 18 nur etwas unter der Oberfläche in dem Ölbehälter 11 angeordnet ist, und da sich Wasser, das sich aus irgendeinem Grund in dem Ölbehälter 11 befindet, auf dem Boden des Behälters 11 absetzt, wird nur Öl über die Ölzuführleitung 18 abgepumpt.

Die Pumpen 14 und 19 und die Magnetventile 16, 21, 25 und 26 werden durch eine in Fig. 2 dargestellte Steuereinrichtung 31 gesteuert, welche im wesentlichen einen Speicher 32 und eine Zentraleinheit bzw. einen Prozessor (CPU) 33 aufweist. Die geforderten Arbeitsabläufe und -bedingungen werden in dem Speicher 32 mittels eines Steuerpults 34 gespeichert, und die Arbeitsweise wird entsprechend dem Inhalt des Speichers 32 und gesteuert durch den Prozessor (CPU) 33 automatisch durchgeführt. Insbesondere werden ein Schrittmotor 36, um den Arbeitstisch 7 in der Richtung X zu bewegen, ein Schrittmotor 37, um den Arbeitstisch 7 in der Richtung Y zu bewegen, Pumpen (P) 14 und 19 und die Magnetventile (V) 16, 21, 25 und 26 in einer vorbestimmten Reihenfolge durch eine Kopplungsschaltung 35 entsprechend Daten D betätigt, die durch den Prozessor (CPU) 33 aus dem Speicher 32 gelesen werden.

In Fig. 3 ist ein Flussdiagramm dargestellt, das ein Programm für die Steuereinrichtung 31 darstellt. Zuerst werden, wenn eine (nicht dargestellte) Starttaste gedrückt wird, die Magnetventile 16 und 25 geöffnet, und die Pumpe 14 wird wirksam, so dass Wasser als dielektrisches Fluid in den Arbeitsbehälter 3 geleitet wird (Schritt I). In diesem Fall werden, wie vorstehend beschrieben, die Magnetventile 11 und 26 geschlossen, und die Pumpe 19 ist unwirksam.

Wenn das Wasser in dem Wasserbehälter 9 in den Arbeitsbehälter 3 zu fließen beginnt, wird die Werkzeugelektrode 5 auf das Werkstück 8 zu bewegt, um mit der Bearbeitung in der Z-Richtung zu beginnen. Bei diesem Schritt wird mit einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit eine Rohbearbeitung mittels Wasser als dielektrischem Fluid durchgeführt (Schritt II). Wenn diese mit hoher Geschwindigkeit durchgeführte Rohbearbeitung in der Z-Richtung beendet ist (Schritt III), wird statt Wasser Öl als dielektrisches Fluid gewählt (Schritt IV). Das heisst, nachdem die Pumpe 14 stillgesetzt ist und das gesamte Wasser in dem Arbeitsbehälter 3 in den Wasserbehälter 9 zurückgeleitet ist, werden die Magnetventile 16 und 25 geschlossen und die Magnetventile 21 und 26 werden geöffnet, worauf die Pumpe 19 wirksam wird, so dass Öl als dielektrisches Fluid in den Arbeitsbehälter 3 geleitet wird (Schritt IV). Nachdem bei dem dielektrischen Fluid von Wasser auf Öl übergegangen ist, werden die Schrittmotoren 36 und 37 angetrieben, um eine vorbestimmte Relativbewegung in der X-Y-Ebene zwischen dem Werkstück 8 und der Werkzeugelektrode 5 zu schaffen, um so eine Feinbearbeitung durchzuführen (Schritt V). Vorzugsweise ist die Relativbewegung in der X-Y-Ebene eine Verschiebung in einer Vielzahl von Richtungen in der X-Y-Ebene. Da ein derartiges Feinbearbeitungsverfahren allgemein bekannt ist, (siehe beispielsweise die US-PS 3 433 919) braucht dies hier nicht im einzelnen beschrieben zu werden. Das Werkstück 8 wird durch die vorbeschriebene Feinbearbeitung mit Öl als dem dielektrischen Fluid bezüglich seiner Grösse genau bearbeitet, und insbesondere kann die Grösse bzw. die Form des Eckenbereichs des Werkstücks 8 mit hoher Genauigkeit bearbeitet werden.

Wenn, wie in Fig. 4 dargestellt, der Eckenteil 8a des Werkstücks 8 einer Bearbeitung mittels elektrischer Entladung unterzogen wird, wobei Wasser als dielektrisches Fluid verwendet wird, wird der Eckenteil 8a von beiden Seitenflächen aus bearbeitet, da das Wasser elektrolysiert ist, so dass ein abgerundeter Eckenteil 8a so bearbeitet wird, wie durch eine ausgezogene Linie dargestellt ist. Wenn dagegen Öl als dielektrisches Fluid benutzt wird, kann, da es zu keiner elektrolytischen Wirkung kommt, der Eckenteil 8a nur durch eine Entladung in dem Spalt zwischen der Elektrode 5 und dem Werkstück 8 genau bearbeitet werden, so dass dann eine Ausführung und Form erhalten wird, wie sie durch eine gestrichelte Linie in Fig. 4 dargestellt ist.

Das erfindungsgemässe Verfahren einer Bearbeitung mittels elektrischer Entladung hat den Vorteil, dass die Bearbeitung mittels elektrischer Entladung mit einer hohen Arbeitsgeschwindigkeit genau durchgeführt werden kann, da die Bearbeitung mittels elektrischer Entladung bei einer genaueren Endbearbeitung mittels Öl als dielektrischem Fluid durchgeführt wird, nachdem eine sehr schnelle Bearbeitung mittels elektrischer Entladung als Rohbearbeitung mit Hilfe von Wasser als dem dielektrischen Fluid durchgeführt worden ist.

Obwohl der Schritt V in dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel als ein Endbearbeitungsschritt angewendet ist, können statt des Schrittes V ein Schritt V' zum Abschrecken und Härten der Oberfläche des Werkstücks bei einer Bearbeitung mittels elektrischer Entladung mit Hilfe von Öl als dem dielektrischen Fluid und ein Schritt V'' einer endgültigen Feinbearbeitung vorgesehen werden, bei welchem wieder Wasser als das dielektrische Fluid für eine Bearbeitung mittels elektrischer Entladung verwendet ist. Bei dem Schritt V'' wird eine Bearbeitung mittels elektrischer Entladung durchgeführt, um die beim Schritt V abgeschreckte Fläche (d. h. die bearbeitete Fläche) in einer Tiefe zu entfernen, die der Rauigkeit der abgeschreckten Fläche entspricht. Auf diese Weise wird die Rauigkeit der Oberfläche des Werkstücks in dem geforderten Grad herabgesetzt, um dadurch ein entsprechendes Endprodukt zu erhalten. Bei diesem Verfahren kann ein Weichmachen oder -werden der Oberfläche aufgrund von Rost, der auf der Oberfläche des Werkstücks erzeugt wird, wenn Wasser als das dielektrische Fluid verwendet wird, verhindert werden, so dass eine bearbeitete Fläche mit einer guten Haltbarkeit erhalten wird.

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich auf einen Fall, bei welchem die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung durch die Steuereinrichtung betrieben wird. Die Einrichtung kann jedoch auch von Hand von einer Bedienungsperson in ähnlicher Weise wie vorstehend beschrieben betrieben werden.

In Fig. 5 ist eine Trenneinrichtung 40 zum Trennen des dielektrischen Fluids dargestellt, die bei der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung verwendbar ist. Mittels der Trenneinrichtung 40 können das Öl, das in den Wasserbehälter 9 gelangt ist, und das Wasser, das in den Ölbehälter 11 gelangt ist, getrennt und herausgenommen werden und es kann in den Öl- 11 bzw. den Wasserbehälter 9 zurückgeleitet werden. Die Trenneinrichtung 40 weist eine Ölbahn oder -leitung 43, um Öl 41, das auf der Wasseroberfläche in dem Wasserbehälter 9 schwimmt, in einen Trennbehälter 42 zurückzuleiten, und weist ferner eine Wasserbahn oder -leitung 45 auf, um Wasser 44, das sich am Boden des Ölbehälters 11 abgesetzt hat, zu dem Trennbehälter 42 zurückzuleiten. In der Öl- 43 und der Wasserleitung 45 sind Pumpen 46 bzw. 47 vorgesehen, und das Öl und das Wasser in den jeweiligen Behältern wird mit einer verhältnismässig niedrigen Geschwindigkeit in den Trennbehälter 42 eingebracht. Folglich sind Wasser und Öl miteinander in dem Trennbehälter 42 enthalten.

Jedoch bildet das Wasser eine tiefer liegende Schicht und das Öl eine getrennte höher liegende Schicht.

Um das Niveau der Grenzfläche zwischen der Wasser- und der Ölschicht festzustellen, ist ein Detektor oder Anzeiger 48 in dem Trennbehälter 42 vorgesehen. Der Detektor oder Anzeiger 48 hat ein spezifisches Gewicht, welches größer als das von Öl, aber kleiner als das von Wasser ist. Damit sich der Detektor oder Anzeiger 48 in dem Trennbehälter 42 entsprechend der Lageänderung der Grenzfläche zwischen Wasser und Öl in einer vorbestimmten Lage aufwärts und abwärts bewegen kann, weist der Detektor 48 ein scheibenförmiges Teil 48a, dessen Durchmesser etwas kleiner als der Innendurchmesser des Trennbehälters 42 ist, und ein zylindrisches Teil 48b auf, das koaxial mit dem scheibenförmigen Teil 48a verbunden ist. Ein Schalter 49 ist an einer dazwischenliegenden Stelle an der Seitenwandung des Trennbehälters 42 vorgesehen, und der Schalter 49 wird entsprechend der Auf-/Abwärtsbewegung des Detektors 48 betätigt. Eine Leitung 50 zum Zurückleiten des Wassers ist mit der Seitenwandung des Trennbehälters 42 an einer Stelle angebracht, die etwas unterhalb des Schalters 49 liegt, und sie steht mit dem Wasserbehälter 9 in Verbindung. Die Leitung 50 weist ein normalerweise geschlossenes Magnetventil 51 auf, welches mit einer Energiequelle 52 verbunden ist, um es zu öffnen, wenn der Detektor 48 sich nach oben bewegt, und das scheibenförmige Teil 48a gegen den Schalter 49 drückt. Wenn das Magnetventil 51 offen ist, wird das Wasser, welches sich von dem Öl getrennt und in dem Trennbehälter 42 abgesetzt hat, durch die Leitung 50 zu dem Wasserbehälter 9 zurückgeleitet. Folglich wird das Niveau der Grenzfläche abgesenkt, und gleichzeitig bewegt sich der Detektor 48 nach unten, wodurch der Schalter 49 geöffnet und das Magnetventil 51 wieder geschlossen wird. Die vorstehend beschriebene Arbeitsweise wird wiederholt, und somit wird nur das Wasser in dem Trennbehälter 42 in den Wasserbehälter 9 zurückgeleitet.

In oberen Teil des Trennbehälters 42 über dem Schalter 49 ist eine Rohrleitung 53 zum Rückleiten von Öl vorgesehen, durch welche der Trennbehälter 42 mit dem Ölbehälter 11 in Verbindung steht, so dass das Öl, das sich von dem Wasser getrennt hat und in dem Behälter 42 (auf dem Wasser) schwimmt, wegen des Unterschieds im Niveau der Öloberflächen über die Leitung 53 zu dem Ölbehälter 11 zurückgeleitet werden kann.

Bei dieser Anordnung werden das Wasser und das Öl, die in dem Öl- 9 bzw. dem Wasserbehälter 11 enthalten sind, aufgrund ihres unterschiedlichen spezifischen Gewichtes in den jeweiligen Behältern getrennt, und das abgetrennte Öl sowie das abgetrennte Wasser werden nach und nach an den Trennbehälter 42 übertragen, in welchem das Wasser auch von dem Öl getrennt wird, um eine höher liegende Ölschicht und eine tiefer liegende Wasserschicht auszubilden. Folglich ergeben sich keine Schwierigkeiten, selbst wenn das von dem Ölbehälter 11 zugeführte Wasser eine kleine Menge Öl und/oder das von dem Wasserbehälter 9 zugeführte Öl eine gewisse Menge Wasser enthält. Wenn mittels des Detektors 48 festgestellt worden ist, dass das Niveau der Grenzfläche höher als ein vorbestimmtes Niveau ist, das beinahe gleich der Lage des Schalters 49 ist, wird das Magnetventil 51 geöffnet, so dass das Wasser in den Wasserbehälter 9 zurückgeleitet wird. Das Magnetventil 51 wird nicht geöffnet, solange das Niveau der Grenzfläche nicht höher ist als die Lage bzw. das Niveau zum Öffnen des in der Seitenwandung des Trennbehälters angebrachten Rohrs 50, so dass nur das Wasser, das von dem Öl in dem Trennbehälter 42 getrennt worden ist, zu dem Wasserbehälter 9 zurückgeleitet wird. Das Öl, das von dem Wasser in dem Trennbehälter 42 getrennt worden ist, wird über die Rohrleitung 53 in den Ölbehälter 11 zurückge-

leitet. Da das Niveau der Grenzfläche durch den Detektor 48 so begrenzt ist, dass es nicht über die Lage des Schalters 49 hinaus ansteigt, wird nur Öl in den Ölbehälter zurückgeleitet.

Obwohl nur eine in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform beschrieben worden ist, ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsform beschränkt. Beispielsweise kann die Erfindung auch bei einer elektrischen Entladung ausnutzenden Drahtabschneideinrichtung verwendet werden, indem die elektrische Entladungseinrichtung 2 durch eine elektrische Entladung ausnutzende Drahtabschneideinrichtung ersetzt wird.

In diesem Fall wird von der das dielektrische Fluid zuführenden Einrichtung 4 zuerst Wasser der Abschneideeinrichtung zugeführt, um das Werkstück mittels einer elektrischen Entladung mit hoher Geschwindigkeit zu bearbeiten. Hierdurch wird ein in Fig. 6 dargestellter Querschnitt 54 erzeugt. Wie aus Fig. 6 zu ersehen ist, ist aufgrund der elektrolitischen Wirkung (des Wassers) der Eckenteil 8a noch nicht scharf ausgebildet. Nachdem dann statt Wasser Öl als dielektrisches Fluid ausgewählt ist, kann eine Bearbeitung mit höherer Genauigkeit durchgeführt werden, und die Oberfläche wird durch eine Bearbeitung mittels elektrischer Entladung abgeschreckt bzw. gehärtet. Folglich wird der Umriss des Werkstückes entsprechend dem Querschnitt 55 in Fig. 6 geändert. Als nächstes wird dann wieder Wasser als dielektrisches Fluid gewählt und es wird eine Endbearbeitung durchgeführt, um die Oberfläche des Werkstückes in einer Tiefe zu entfernen, welche der Rauigkeit der bearbeiteten Oberfläche entspricht. Die Rauigkeit des Querschnittes 55 des Werkstücks 8 in Fig. 6 ist übertrieben dargestellt, und der gewünschte bzw. geforderte Querschnitt ist durch eine strichpunktierte Linie wiedergegeben.

In Fig. 7 ist eine weitere Ausführung der das dielektrische Fluid trennenden Einrichtung dargestellt. Das Arbeitsprinzip der Trenneinrichtung 60 ist dasselbe wie das der in Fig. 5 dargestellten Trenneinrichtung 40, und die Trenneinrichtung 60 weist einen auf einem Untersatz 61 befestigten Trennbehälter 62 auf. Abflussöffnungen 63 und 64 sind im oberen bzw. unteren Teil der Umfangswandung des Trennbehälters 62 ausgebildet; hierbei ist die Abflussöffnung 63 über eine Rohrleitung 65 mit dem Ölbehälter 11 und die Abflussöffnung 64 über eine Rohrleitung 66, ein Magnetventil 67 und eine Rohrleitung 68 mit dem Wasserbehälter 9 verbunden. Zwei Einlassöffnungen 69 und 70 sind im mittleren Teil der Umfangswandung des Trennbehälters 62 vorgesehen und über Leitungen 71 bzw. 72 mit Drehkolbenpumpen 73 und 74 verbunden. Die Drehkolbenpumpe 73 ist mit einem Ende einer Rohrleitung 75 verbunden, deren anderes Ende sich bis nahe über den Boden des Ölbehälters 11 erstreckt; das auf dem Boden des Ölbehälters 11 abgesetzte Wasser wird dann über die Leitung 75 abgepumpt und über die Einlassöffnung 69 in den Trennbehälter 72 geleitet. Die Drehkolbenpumpe 74 ist mit einem Ende einer Leitung 77 verbunden, deren anderes Ende mit einer ölentfernenden Einrichtung 76 verbunden ist, um das Öl abzuschöpfen, das auf der Wasseroberfläche des Wasserbehälters 9 schwimmt. Das Öl, das durch die ölentfernende Einrichtung 76 abgeschöpft worden ist, wird durch die Leitung 77 gepumpt und von der Einlassöffnung 70 aus in den Trennbehälter 62 geleitet.

Der Trennbehälter 62 weist einen Schwimmer 81 mit einem Schwimmkörper 79 und einem Gewicht 80 auf, welche beide an einem Stab 78 befestigt sind. Der Stab 78 ist durch eine Führungsbuchse 83, die an einem Verschlussdeckel 82 des Trennbehälters 62 befestigt ist, und durch eine weitere Führungsbuchse 85 geführt, die an einem Gehäuse 84 gehalten ist, das an dem Verschlussdeckel 82 befestigt ist, so dass

der Stab in vertikaler Richtung beweglich ist. Das spezifische Gewicht des Schwimmers 81 ist so gewählt, dass das Niveau der Grenzfläche 88 zwischen der Ölschicht 86 und der Wasserschicht 87, die sich in dem Trennbehälter 62 ausgebildet haben, mit dem Äquator 89 des Schwimmkörpers 79 zusammenfällt. Folglich bewegt sich der Schwimmer 81 entsprechend der Niveauänderung der Grenzfläche 88 in vertikaler Richtung.

Um das Niveau der Grenzfläche 88 zwischen den Einlassöffnungen 69 und 70 zu halten, ist ein Grenzwertschalter 90 vorgesehen, um das Niveau der Grenzfläche 88 festzustellen. Der Grenzwertschalter 90 wird durch ein an dem Stab 78 befestigtes Betätigungsteil 92 betätigt. Die Lage des Betätigungsteils 92 ist so festgelegt, dass der Grenzwertschalter 90 angeschaltet wird, wenn das Niveau der Grenzfläche 88, d. h. das Niveau des Äquators 89 eine Lage erreicht, die etwas unter der Einlassöffnung 69 liegt. Ein Relais 93 zum Steuern des Öffnens/Schliessens des Magnetventils 67 wird durch den Grenzwertschalter 90 ein-/ausgeschaltet, und das Magnetventil 67 wird geöffnet, so dass die Schicht 87 bildendes Wasser aus dem Trennbehälter 62 abfließt, wenn der Grenzwertschalter 90 angeschaltet ist. Folglich wird die Grenzfläche 88 abgesenkt und der Schwimmer 81 sinkt. Infolge der Hysterese kennenden des Grenzwertschalters 90 beim Ein- und Ausschalten wird der Grenzwertschalter 90 nicht sofort abgeschaltet, sondern erst abgeschaltet, nachdem der Schwimmer eine vorbestimmte Strecke abgesunken ist. Die Höhe der Einlassöffnung 70 ist unter Berücksichtigung des durch die Hysterese bedingten Hubs des Schalters 90 festgelegt und ist unter dem Niveau der Grenzfläche 88 eingestellt, damit der Grenzwertschalter 90 von ein auf aus umgeschaltet wird.

Wie oben ausgeführt, steigt und sinkt der Schwimmer 81 entsprechend der Wassermenge in dem Trennbehälter 62, und das Magnetventil 67 wird geöffnet, um das Niveau der Grenzfläche 88 abzusenken, wenn diese (88) in die Nähe des Niveaus der Einlassöffnung 69 kommt. Folglich wird das Niveau der Grenzfläche 88 immer zwischen den Einlassöffnungen 69 und 70 gehalten. Somit wird das Öl von der Einlassöffnung 69 aus immer in die Ölschicht 86 geleitet und das Wasser wird von dem Einlass 70 aus immer in die Wasserschicht 87 geleitet. Folglich wird Öl und Wasser in dem Trennbehälter 62 wirksam mit hoher Geschwindigkeit getrennt. Ausserdem fließt ähnlich wie bei der Ausführungsform der Fig. 5 das Öl in der Ölschicht 86 aus der Auslassöffnung 63 entsprechend der Niveauänderung der Flüssigkeitsoberfläche in dem Trennbehälter 62 ab.

In Fig. 8 und 9 ist die ölentfernende Einrichtung 76 im einzelnen dargestellt. Öl, das in den Wasserbehälter 9 gelangt ist, schwimmt auf der Wasseroberfläche. Um diese Ölschicht von der Wasseroberfläche zu entfernen, ist eine ölentfernende Einrichtung 76 in dem Wasserbehälter 9 angeordnet. Die ölentfernende Einrichtung 76 weist folgende Teile auf: zwei im Abstand voneinander angeordnete, vertikale Führungsstäbe 105, die vom Boden des Wassertanks 9 vorstehen, zwei Schwimmkörper 106, die an den vertikalen Führungsstäben 105 gehalten sind, um so entlang der Stäbe 105 vertikal verschiebbar zu sein, da die Schwimmer im Wasser in dem Wasserbehälter 9 schwimmen, eine Verbindungsplatte 107, die angebracht ist, um die Oberseiten der Schwimmer 106 miteinander zu verbinden, einen Öl enthaltenden Behälter 111 mit einer Öffnung 112, über welche Öl von der Wasseroberfläche in den Behälter abgezogen wird, wobei der Öl enthaltende Behälter 111 auf einer horizontal verlaufenden Welle 110 gehalten ist, deren Enden verschiebbar und drehbar in vertikal verlaufenden Langlöchern 109 in den Seitenflächen 108 der beiden Schwimmer 106 eingesetzt sind, und einen sich selbst einstellenden Mechanismus 113, welcher dazu dient, die Lage der Öffnung 112 des Öl aufnehmenden Behälters 111 so einzustellen, dass ein unterer Rand 114 der

Öffnung 112 immer mit der Ölschicht in Berührung steht, die auf der Wasseroberfläche in dem Wasserbehälter 9 schwimmt. Der sich selbst einstellende Mechanismus 115 weist an den Flächen 108 der Schwimmer 106 angebrachte Zahnstangen 116 und Ritzel 117 auf, die jeweils an einem Ende der horizontalen Wellen 110 angebracht sind und mit den Zahnstangen 116 kämmen. Ein Ende eines Rohrs 77, das zum Heraus-pumpen des in den Behälter 111 gelangten Öls vorgesehen ist, ist in das Öl in dem Behälter 111 eingetaucht, und deren anderes Ende ist mit der Pumpe 74 verbunden. Der Behälter 111 ist vorzugsweise als ein hohler zylindrischer Behälter ausgebildet, wie am besten aus Fig. 9 zu ersehen ist.

Nunmehr wird die Arbeitsweise der ölentfernenden Einrichtung beschrieben.

Die beiden Schwimmer 106, die in dem Wasser in dem Wasserbehälter 9 schwimmen, sind mittels der Verbindungsplatte 107 miteinander verbunden. Wenn sich folglich das Niveau des Wassers in dem Behälter 9 ändert, bewegen sich die Schwimmer 106 entlang der Führungsstäbe 105 nach oben und unten. Der Behälter 111 schwimmt ebenfalls in dem Wasser, und da die Öffnung 112 des Behälters 111 so vorgesehen ist, dass der untere Rand 113 der Öffnung 112 bei oder anliegend an der auf der Wasseroberfläche schwimmenden Ölschicht angeordnet ist, fließt das Öl der Ölschicht nach und nach über den unteren Rand 113 in den Behälter 111. Folglich wird das Öl der Ölschicht nach und nach von der Wasseroberfläche entfernt. Das in den Behälter 111 fließende Öl erhöht allmählich das Gewicht des Behälters, und folglich sinkt der Behälter 111 allmählich in dem Wasser. Folglich bewegen sich die Enden der horizontalen Welle 110, an welcher der Behälter 111 gehalten ist, in den vertikal verlaufenden Langlöchern 109 nach unten. Durch dieses Absinken der horizontalen Welle 110 dreht sie sich um ihre eigene Achse, da die an der Welle 110 angebrachten Ritzel 117 sich entlang der an den Schwimmern 106 angebrachten Zahnstangen 116 bewegen. Folglich wird auch der an der Welle 110 angebrachte Behälter 111 langsam um die Achse der Welle 110 gedreht. Folglich wird die Öffnung 112 nach oben ausgerichtet, so dass der Rand 113 an die Ölschicht angrenzend zu liegen kommt. Das heisst, wenn der Ölbehälter 111 mit Öl gefüllt wird und in das Wasser sinkt, wird der Behälter 111 fortlaufend gedreht, so dass der untere Rand 113 der Öffnung 112 des Behälters 111 automatisch nach oben gedreht wird, bis der Rand 113 wieder die Ölschicht an der Wasseroberfläche berührt. Folglich arbeitet der Ölbehälter 111 immer so, dass das Öl von der Wasseroberfläche entfernt wird.

Wenn dagegen das Öl in dem Behälter 111 über die Rohrleitung 77 abgepumpt wird, nimmt das Gewicht des Behälters 111 wieder ab und der Behälter 111 beginnt in dem Wasser allmählich wieder hochzusteigen. In diesem Fall dreht sich dann der Behälter 111 zusammen mit der Welle 110 in einer Richtung, die zu der Richtung im Fall des vorstehend beschriebenen Absinkens des Behälters 111 entgegengesetzt ist. Somit hält der untere Rand 113 der Öffnung 112 des Behälters 111 immer Kontakt mit der auf der Wasseroberfläche schwimmenden Ölschicht. Folglich fließt das Öl immer in den Behälter 111, so dass das Öl auf der Wasseroberfläche entfernt wird.

Aus den vorstehenden Ausführungen ist zu entnehmen, dass mit der ölentfernenden Einrichtung 74 immer das auf der Wasseroberfläche schwimmende Öl entfernt wird, da die Stellung der Öffnung des Behälters 111 automatisch eingestellt wird, solange Öl auf der Wasseroberfläche verbleibt, selbst wenn sich die Wassermenge in dem Wasserbehälter 9 ändert.

FIG. 1

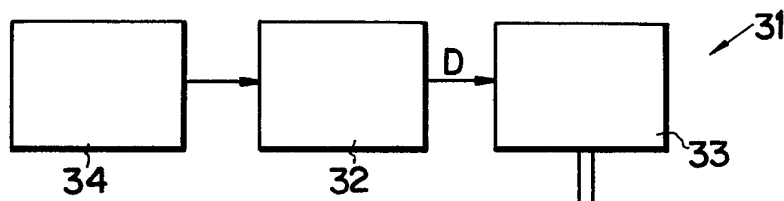
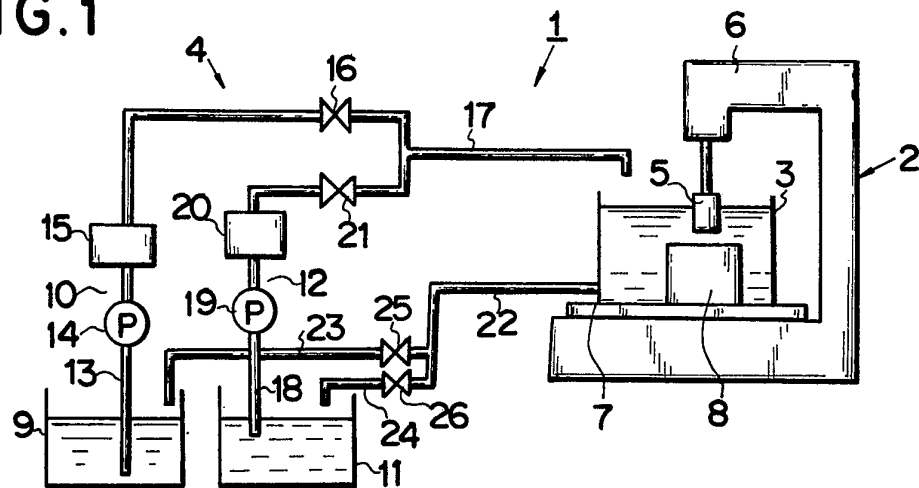


FIG. 2

FIG. 5

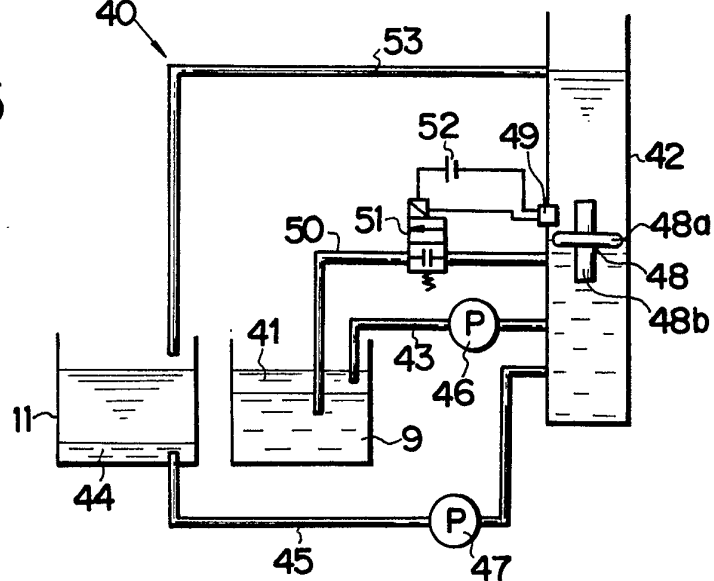


FIG. 3

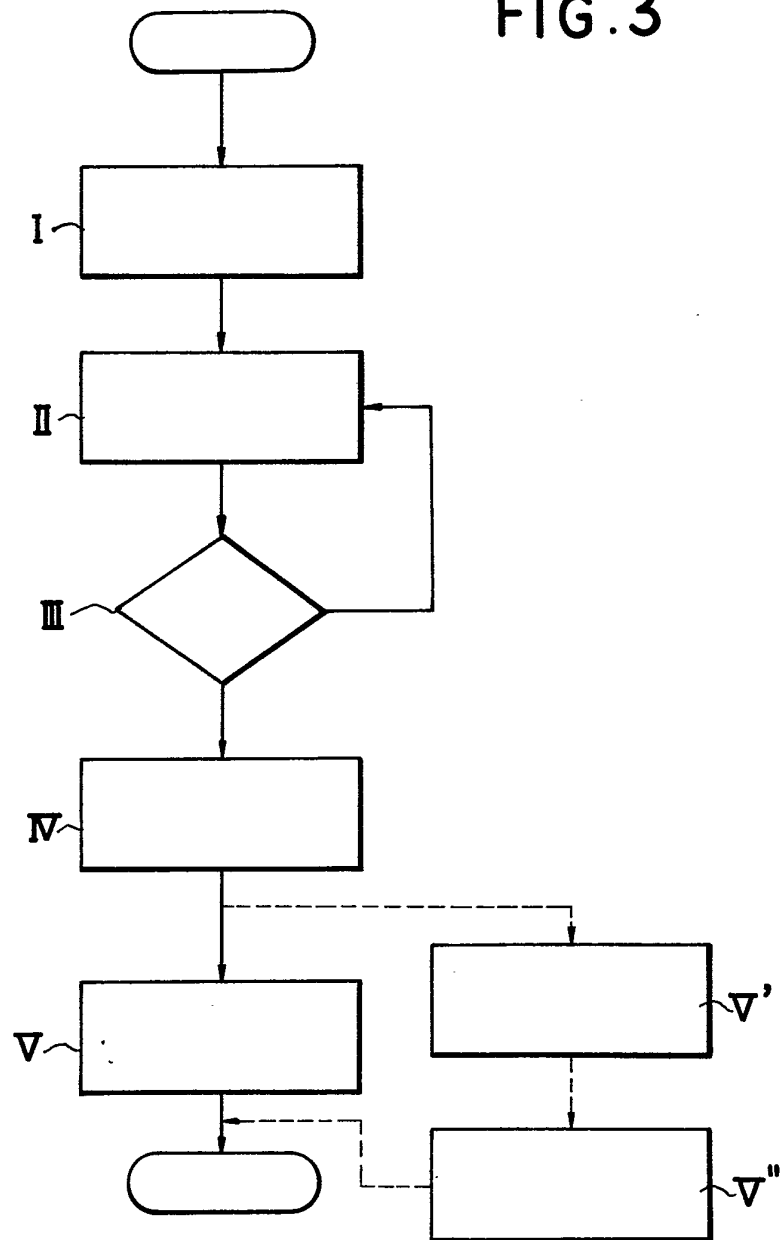


FIG. 4

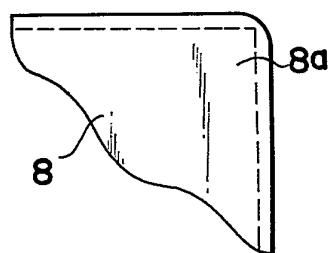


FIG. 6

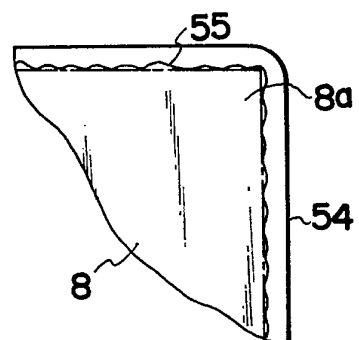


FIG.7

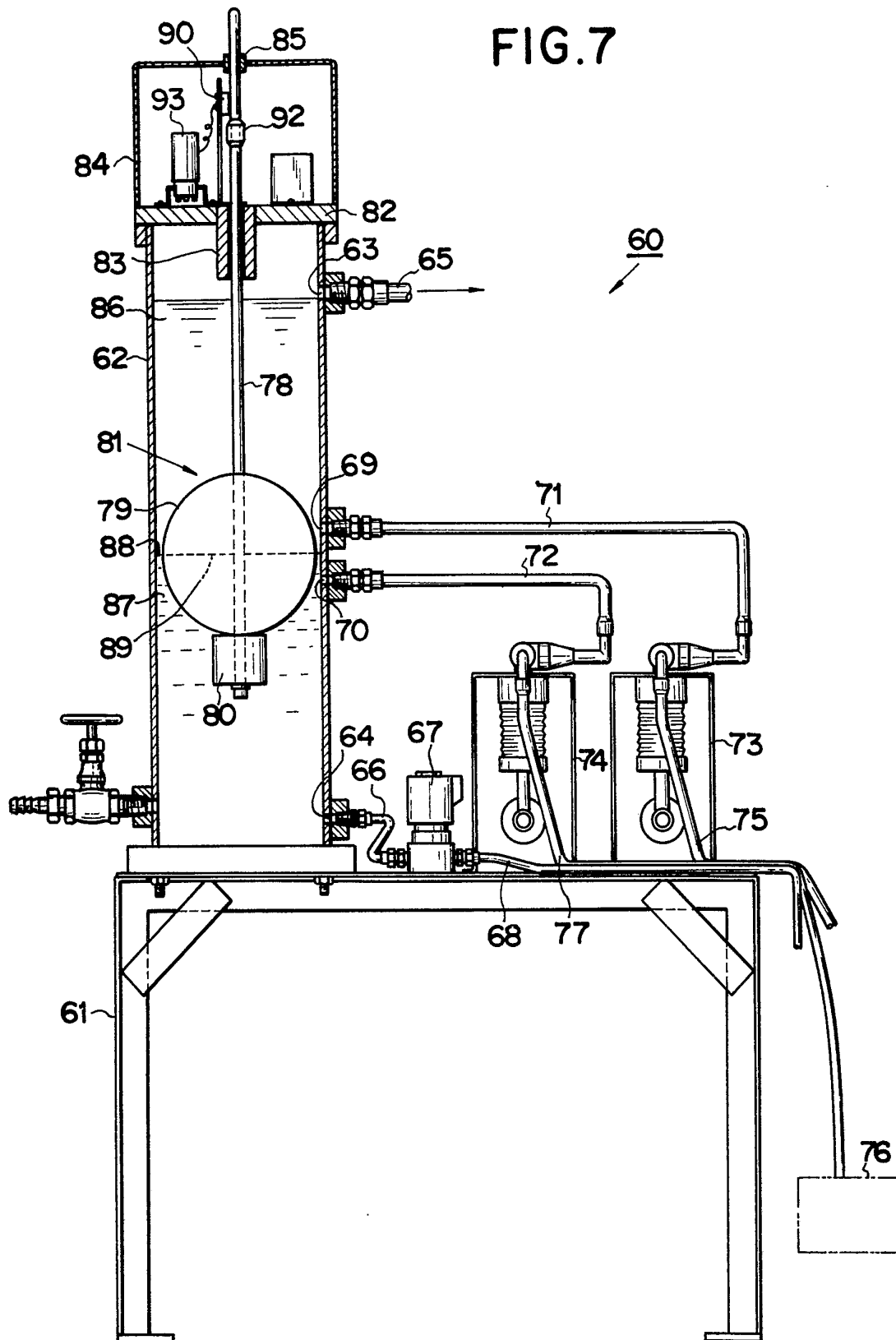


FIG. 8

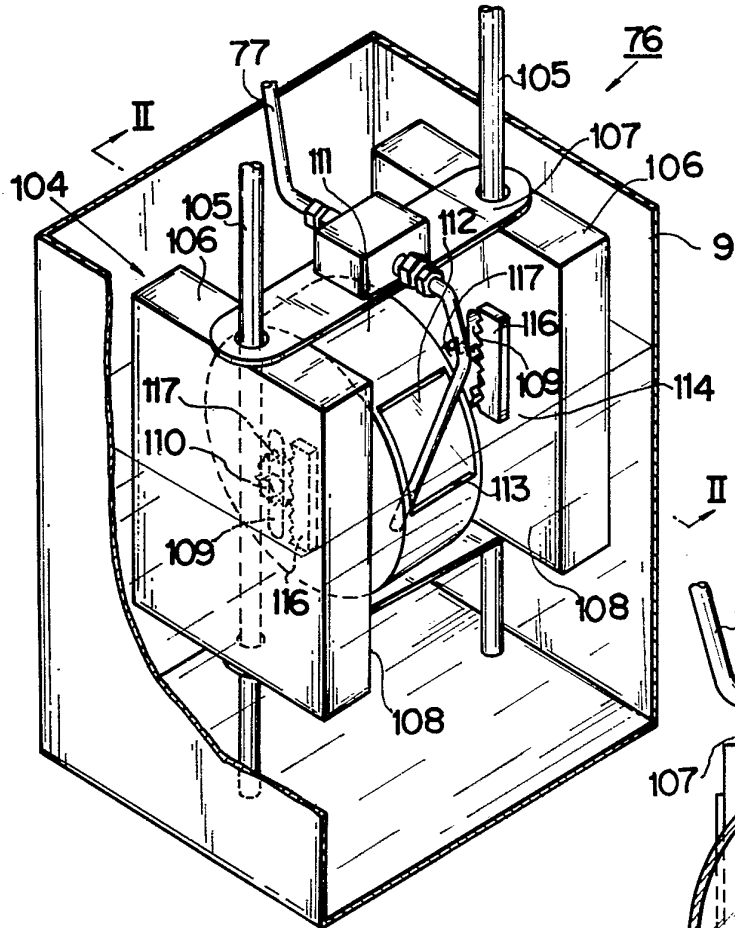


FIG. 9

