



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 688 186 A5

51 Int. Cl.⁶: **B 23 K 009/025**
B 23 K 009/20

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02979/94

22 Anmeldungsdatum: 03.10.1994

24 Patent erteilt: 13.06.1997

45 Patentschrift
veröffentlicht: 13.06.1997

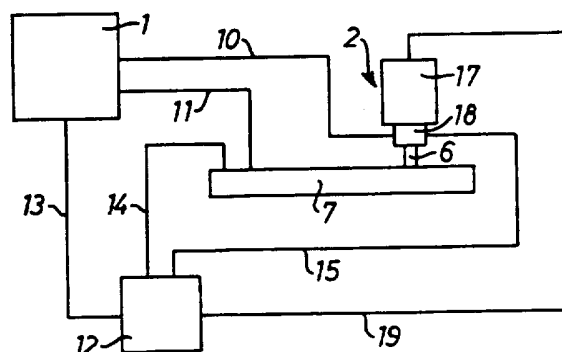
73 Inhaber:
IFA Internationale Finanzanstalt, Pradafant 11,
9490 Vaduz (CH)

72 Erfinder:
Von Däniken, Kurt, Mannenbach-Salenstein (CH)

74 Vertreter:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Postfach 2614,
3001 Bern (CH)

54 Schweissverfahren zum Verbinden einer Komponente mit einem Werkstück und Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens.

57 Bei einem Schweissverfahren zum Verbinden einer Komponente (6) mit einem Werkstück (7) mittels eines Lichtbogens zwischen dem Komponentenende und einer Schweissstelle des Werkstücks (7) wird die Lichtbogenstärke eingestellt und während des Schweissvorganges dauernd überwacht. Der Komponentenabhub wird jeweils automatisch entsprechend eingestellt.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Schweissverfahren zum Verbinden einer Komponente mit einem Werkstück gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens.

Ein solches Verfahren ist bekannt und dient zur schnellen und einwandfreien Erzielung einer Schweissung mittels eines Lichtbogens. Die verwendeten Komponenten sind beispielsweise Bolzen. Bei bekannten Verfahren wird die Lichtbogenspannung durch den Komponentenabhub mechanisch eingestellt. Der Komponentenabhub ist nämlich im wesentlichen proportional zur Lichtbogenspannung. Dabei wird ein Erfahrungswert fest eingestellt. Durch die Oberflächenbeschaffenheit der zu verschweisenden Teile und durch Toleranzen in der Materialherstellung und im Anpressdruck des benutzten Schweisskopfes verändert sich die Lichtbogenspannung während des Schweissvorgangs ständig, was zu Qualitätsschwankungen bei den Schweissungen führt.

Die Patentschrift EP-B 0 241 249 beschreibt eine Steuerschaltungsanordnung zum Lichtbogenschweissen von Komponenten, wobei eine Folgesteuerung die Trigger-Momente des Rückwärtshubes und des Vorwärtshubes des Schweisslichtbogens bestimmt und eine Überwachungsspannung von einem Vorstrom-Lichtbogen abgeleitet wird, welche Überwachungsspannung in eine Korrekturspannung umgewandelt und einer Steuerspannung überlagert wird zum Steuern einer Umschaltmodus-Netzteileinheit, welche mit der so korrigierten Steuerspannung ihren Ausgangsstrom während des Schweissvorgangs auf den von der Überwachungsspannung abgeleiteten Widerstand des Vorstrom-Lichtbogens einstellt. Auch können die Trigger-Momente des Rückwärtshubes und des Schweisslichtbogens in der Folgesteuerung mit Hilfe der vom Vorstrom-Lichtbogen abgeleiteten Überwachungsspannung korrigiert werden. Die Grösse des Ausgangsstroms und die Schweisszeit werden somit bei jedem Schweissvorgang aufgrund der Vorstrom-Lichtbogenspannung eingestellt. Der Komponentenabhub wird mittels einer Zylinderspule und einer Feder eingestellt. Die Lichtbogenspannung kann sich auch hier während des Schweissvorgangs durch die obengenannten Faktoren ständig ändern, was zu unerwünschten Qualitätseinbußen führt.

Zum Beeinflussen der Lichtbogenspannung erlaubt die bekannte mechanische Einstellung des Abhubs und des Eintauchmasses lediglich eine einmalige Korrektur dieser Parameter pro Schweissung. Zudem birgt das mechanische Einstellen des Abhubs und des Eintauchmasses die Gefahr in sich, durch falsche Einstellung mangelnde Qualitätsergebnisse zu zeitigen. In der Praxis ist es unter dem jeweiligen Zeitdruck der Bedienungsperson nicht immer möglich, Ungenauigkeiten und Abweichungen gegenüber den optimalen Einstellungen zu vermeiden bzw. zu korrigieren. Dies ergibt entsprechende Qualitätseinbußen bzw. Ausschuss. Ausserdem stellt die Bedienung der bekannten Schweissvorrichtungen entsprechend hohe Anforderun-

gen. Weiterhin ist es durch die steigenden Qualitätsanforderungen wünschenswert, schon unmittelbar im Herstellungsprozess die Qualität sicherzustellen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemässes Verfahren zu schaffen, welches die vorstehend geschilderten Nachteile vermeidet, den heutigen Qualitätssicherungsansprüchen gerecht wird und leicht durchzuführen ist.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass ein Führungsspannungsverlauf für die Lichtbogenspannung eingestellt wird und die Lichtbogenspannung während des Schweissvorganges in einem Regelkreis als Regelgrösse wiederholt gemessen und mit der aktuellen Führungsspannung verglichen wird, wobei aus der Differenz der gemessenen Lichtbogenspannung und der aktuellen Führungsspannung jeweils eine Korrekturgrösse ermittelt wird, mittels welcher der Komponentenabhub jeweils als Stellgrösse automatisch korrigiert wird. Hierdurch wird während des ganzen Schweissvorganges genau die erwünschte Lichtbogenspannung eingehalten, was eine wesentliche Verbesserung der Schweissqualität bei unterschiedlicher Werkstückoberflächenbeschaffenheit gewährleistet. Zudem sind zeitraubende Einstellungen und Korrekturen des Abhubs nicht mehr erforderlich.

Eine Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ein Bolzenschweissgerät, eine Schweisskopf-Regel-einheit mit einem Bolzenhalter und eine Mikroprozessor-Steuerung umfasst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren abhängigen Ansprüchen.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Schema einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung und

Fig. 2 ein Schema einer weiteren Ausführungsform.

Die Fig. 1 zeigt schematisch eine erste Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung. Eine mit einem Werkstück zu verschweisende Komponente wird im folgenden einfachheitshalber Bolzen genannt, obwohl die Erfindung sich natürlich nicht auf derartige Komponenten beschränkt. Die Vorrichtung umfasst ein an sich bekanntes Bolzenschweissgerät 1, das zum Generieren eines einstellbaren Schweissstroms während einer ebenfalls einstellbaren Schweisszeit geeignet ist. Die Einstellung geschieht in Abhängigkeit vom verwendeten Material und vom Schweissdurchmesser. Eine Schweisskopf-Regелеinheit 2 umfasst ein an sich bekanntes, hydraulisches Regelventil 3 mit eingebauter Elektronik, das geeignet ist, aufgrund eines Eingangssignals hydraulisch eine schnelle und genaue Lageregelung durchzuführen. Das Regelventil 3 ist an einem hydraulischen Zylinder 4 angeschlossen, an dem ein Bolzenhalter 5 befestigt ist, der zum Aufnehmen eines mit einem Werkstück 7 zu verschweisenden Bolzens 6 geeignet ist. Weiterhin ist das Regelventil 3 über eine Hydraulik-

und Steuerleitung 9 mit einem an sich bekannten Hydraulikaggregat 8 verbunden. Der Bolzenhalter 5 ist über eine Schweissstromleitung 10 mit dem Bolzenschweisssgerät 1 verbunden. Somit dient der hydraulische Zylinder 4 zusammen mit dem Bolzenhalter 5 als Schweisskopf. Das Bolzenschweisssgerät 1 ist über eine Masseleitung 11 mit dem Werkstück 7 verbunden. Eine Mikroprozessor-Steuerung 12 ist über eine Steuerleitung 13 mit dem Bolzenschweisssgerät 1 verbunden. Weiterhin ist die Mikroprozessor-Steuerung 12 über eine Messleitung 14 mit dem Werkstück 7 und über eine Messleitung 15 mit dem Bolzenhalter 5 verbunden. Schliesslich ist die Mikroprozessor-Steuerung 12 über eine Steuerleitung 16 mit dem Hydraulikaggregat 8 verbunden. Die Schweisskopf-Regeleinheit 2 kann einen Stütz fuss zum genauen Aufsetzen des Bolzens 6 auf das Werkstück 7 aufweisen. Vorzugsweise ist die Schweisskopf-Regeleinheit 2 jedoch mit einem nicht gezeigten, an sich bekannten Wegmesssystem kombiniert.

Zum Verschweissen eines Bolzens 6 mit einem Werkstück 7 wird zuerst durch das Aufsetzen des Bolzens 6 auf eine Schweissstelle des Werkstücks 7 ein sicherer elektrischer Kontakt zwischen dem Bolzenende und der Schweissstelle des Werkstücks 7 hergestellt. Diese Nullposition wird mittels des Wegmesssystems gemessen und in der Mikroprozessor-Steuerung 12 als Referenz gespeichert. Die Schweisszeit und der Schweissstrom sowie die erwünschte Lichtbogenspannung (d.h. der Führungsspannungsverlauf für die Regelgrösse Lichtbogenspannung während des Schweissvorganges) und das Verhältnis zwischen der Lichtbogenspannung und dem Bolzenabhub werden in der Mikroprozessor-Steuerung 12 eingestellt und über die Steuerleitung 13 an das Bolzenschweisssgerät 1 weitergeleitet. Zudem können weitere Parameter bezüglich des Eintauchens des aufgeschmolzenen Bolzenendes in die aufgeschmolzene Schweissstelle des Werkstücks 7 eingestellt werden, wie im folgenden beschrieben wird.

Dann erfolgt der eigentliche Schweissvorgang durch das Abheben des Bolzens 6 vom Werkstück 7 und das Erzeugen eines Lichtbogens zwischen dem Bolzenende und der Schweissstelle des Werkstücks 7 zum Aufschmelzen derselben. Die aktuelle Lichtbogenspannung wird während des ganzen Schweissvorganges mittels der Mikroprozessor-Steuerung 12 in einem Regelkreis als Regelgrösse wiederholt über die Messleitungen 14 und 15 gemessen und mit der aktuellen Führungsspannung des eingestellten Führungsspannungsverlaufes verglichen, wobei aus der Differenz der gemessenen Lichtbogenspannung und der aktuellen Führungsspannung jeweils eine Korrekturgrösse ermittelt wird. Diese Korrekturgrösse wird über die Steuerleitung 16 jeweils dem Hydraulikaggregat 8 zugeführt, welches über die Hydraulik- und Steuerleitung 9 jeweils eine entsprechende Korrektur des Bolzenabhubes mittels des Regelventils 3 bewirkt. So wird der Bolzenabhub jeweils als Stellgrösse im Regelkreis durch Umsetzung der ermittelten Korrekturgrösse mittels des Hydraulikaggregates 8 und des hydraulischen Regelventils 3 automatisch korrigiert.

Die Lichtbogenspannung wird während der Schweissung dauernd überwacht und der Bolzenabhub mehrere hundert Male pro Sekunde entsprechend eingestellt.

Auch das Rückstellen und Eintauchen des aufgeschmolzenen Bolzenendes in die aufgeschmolzene Schweissstelle des Werkstücks 7 wird über die Mikroprozessor-Steuerung 12 erfasst und gesteuert. Bei der Beendigung der Lichtbogenbildung wird auch die automatische Korrektur des Bolzenabhubes mittels des Regelkreises beendet. Der zuletzt eingestellte Bolzenabhub wird mittels des Wegmesssystems gemessen, wobei die gespeicherte Nullposition als Referenzwert dient, und in der Mikroprozessor-Steuerung 12 gespeichert. Jetzt erfolgen die Rückstellung des Bolzenabhubes und das Eintauchen. Die Eintauchtiefe (auch das Eintauchmass genannt) und die Eintauchgeschwindigkeit können in der Mikroprozessor-Steuerung 12 eingestellt werden, wobei die gespeicherte Nullposition jeweils als Referenzwert dient. Mittels des mit dem Wegmesssystem kombinierten hydraulischen Regelventils 3 werden die eingestellten Werte in das Eintauchmass bzw. in die Eintauchgeschwindigkeit umgesetzt. Dies geschieht wiederum mittels eines Regelkreises, wobei diesmal das Eintauchmass als Regelgrösse mittels des Wegmesssystems wiederholt gemessen und aufgrund der vorgegebenen Einstellwerte angepasst wird. Auf diese Weise wird auch bei der Rückstellung und beim Eintauchen vollautomatisch eine hohe Genauigkeit erreicht, was erneut zu einer Verbesserung der Schweissqualität führt. Nach dem Erreichen der eingestellten maximalen Eintauchtiefe wird nach einer ebenfalls einstellbaren Rückstellzeit wieder auf die Nullposition gefahren.

Die beschriebene hydraulische Ausführungsform ist vor allem für grössere Anlagen geeignet, wobei die Schweisskopf-Regeleinheit 2 fest installiert werden kann.

In der Fig. 2 ist ein Schema einer weiteren Ausführungsform wiedergegeben. Hierbei umfasst die Schweisskopf-Regeleinheit 2 einen Regelmagneten 17 und einen damit verbundenen Bolzenhalter 18, der wiederum zum Aufnehmen eines mit einem Werkstück 7 zu verschweisenden Bolzens 6 geeignet und über die Schweissstromleitung 10 mit dem Bolzenschweisssgerät 1 verbunden ist, so dass der Regelmagnet 17 mit dem Bolzenhalter 18 als Schweisskopf dient. Der Regelmagnet 17 ist beispielsweise ein modifiziertes hydraulisches Regelventil. Dies ist, ausgehend von einem an sich bekannten, in der Hydraulik eingesetzten Regelventil mit eingebauter Elektronik, das geeignet ist, aufgrund eines Eingangssignals hydraulisch eine schnelle und genaue Lageregelung durchzuführen, dahingehend modifiziert, dass der hydraulische Ventiltail weggelassen und die magnetgesteuerte Achse direkt mit dem Bolzenhalter 18 verbunden wurde. Somit ist auf einfache Weise ein Regelmagnet 17 mit hoher Genauigkeit verwirklicht, wobei zudem ein integriertes Wegmesssystem schon vorhanden ist. Der Regelmagnet 17 ist über eine Steuerleitung 19 mit der Mikroprozessor-Steuerung 12 verbunden.

Der Ablauf des Schweissvorganges ist ähnlich

wie bei der oben beschriebenen hydraulischen Variante. Sämtliche benötigten Wegmessungen können jedoch ohne weiteres mit dem beim Regelmagneten 17 integrierten Wegmesssystem durchgeführt werden. Die jeweils von der Mikroprozessor-Steuerung 12 ermittelte Korrekturgrösse für den Bolzenabhub wird über die Steuerleitung 19 direkt dem elektronisch gesteuerten Regelmagneten 17 zugeführt, welcher jeweils eine entsprechende Korrektur des Bolzenabhubes bewirkt. So wird der Bolzenabhub jeweils als Stellgrösse im Regelkreis durch Umsetzung der ermittelten Korrekturgrösse mittels des Regelmagneten 17 automatisch korrigiert.

Dazu genügt beispielsweise schon eine einfache Analog-Steuerung, bei der die Lichtbogenspannung kontinuierlich gemessen und in einem Komparator mit der aktuellen Führungsspannung verglichen wird, wobei die Differenz via einen Filter und einen PD- oder PID-Regler aufbereitet und als Korrektursignal dem Regelmagneten 17 zugeführt wird. Hierbei trägt auch die Trägheit des Regelmagneten 17, obwohl gering, zur Filterung von Spitzenspannungen und somit zur Vermeidung von Resonanzen bei.

Auch die Rückstellung und das Eintauchen geschehen ähnlich wie oben anhand der Fig. 1 beschrieben wurde. Dabei werden die in der Mikroprozessor-Steuerung 12 eingestellten Werte für die Eintauchgeschwindigkeit und das Eintauchmass mittels des Regelmagneten 17 in die erwünschte Bewegung umgesetzt.

Die beschriebene elektromagnetische Ausführungsform kann einfach von Hand bedient werden, falls der Regelmagnet 17 mit dem Bolzenhalter 18 als Schweisspistole ausgebildet ist.

Gemäss einer weiteren, nicht gezeigten Ausführungsform erfolgen die automatische Korrektur des Bolzenabhubes und die Einstellung des Eintauchmasses durch Umsetzung der ermittelten Korrekturgrössen mittels eines Elektromotors und einer Spindel.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässen Vorrichtungen zur automatischen Einstellung des Abhubes und des Eintauchmasses können ohne weiteres mit allen gängigen Bolzenschweisssgeräten mit Hubzündungs- oder Short-Cycle-Verfahren kombiniert werden. Bei Bolzenschweisssgeräten mit Mikroprozessorsteuerung kann die Mikroprozessor-Steuerung 12 integriert werden.

Patentansprüche

1. Schweissverfahren zum Verbinden einer Komponente (6) mit einem Werkstück (7) mit den folgenden Schritten:

- Aufsetzen der Komponente (6) auf eine Schweissstelle des Werkstücks (7),
- Abheben der Komponente (6) vom Werkstück (7) und Erzeugen eines Lichtbogens zwischen dem Komponentenende und der Schweissstelle des Werkstücks (7) zum Aufschmelzen derselben,
- Rückstellen und Eintauchen des aufgeschmolzenen Komponentenendes in die aufgeschmolzene Schweissstelle des Werkstücks (7),

dadurch gekennzeichnet, dass ein Führungsspannungsverlauf für die Lichtbogenspannung eingestellt wird und die Lichtbogenspannung während des Schweissvorganges in einem Regelkreis als Regelgrösse wiederholt gemessen und mit der aktuellen Führungsspannung verglichen wird, wobei aus der Differenz der gemessenen Lichtbogenspannung und der aktuellen Führungsspannung jeweils eine Korrekturgrösse ermittelt wird, mittels welcher der Komponentenabhub jeweils als Stellgrösse automatisch korrigiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückstellen und Eintauchen mit einer einstellbaren Geschwindigkeit und bis zu einer einstellbaren Eintauchtiefe automatisch durchgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die automatische Korrektur des Komponentenabhubes durch Umsetzung der ermittelten Korrekturgrössen mittels eines Hydraulikaggregates (8) und eines hydraulischen Regelventils (3) erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die automatische Korrektur des Komponentenabhubes durch Umsetzung der ermittelten Korrekturgrössen mittels eines Regelmagneten (17) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die automatische Korrektur des Komponentenabhubes durch Umsetzung der ermittelten Korrekturgrössen mittels eines Elektromotors und einer Spindel erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtbogenspannung während des Schweissvorganges kontinuierlich gemessen und mittels eines Komparators mit der aktuellen Führungsspannung verglichen wird, wobei die Differenz der gemessenen Lichtbogenspannung und der aktuellen Führungsspannung via einen Filter und einen PD- oder PID-Regler aufbereitet und als Korrektursignal für den Komponentenabhub dem Regelmagneten (17) zugeführt wird.

7. Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ein Bolzenschweisssgerät (1), eine Schweisskopf Regeleinheit (2) mit einem Bolzenhalter (5; 18) und eine Mikroprozessor-Steuerung (12) umfasst.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweisskopf-Regeleinheit (2) ein hydraulisches Regelventil (3) mit einem hydraulischen Zylinder (4) umfasst und die Vorrichtung weiter mit einem Hydraulikaggregat (8) versehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweisskopf-Regeleinheit (2) mit einem Wegmesssystem kombiniert ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweisskopf-Regeleinheit (2) einen Regelmagneten (17) mit einem integrierten Wegmesssystem umfasst.

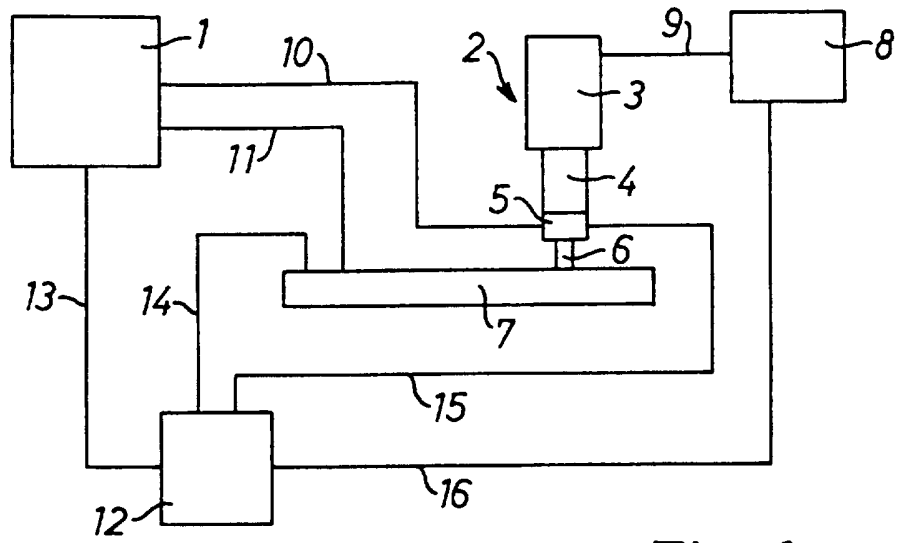


Fig. 1

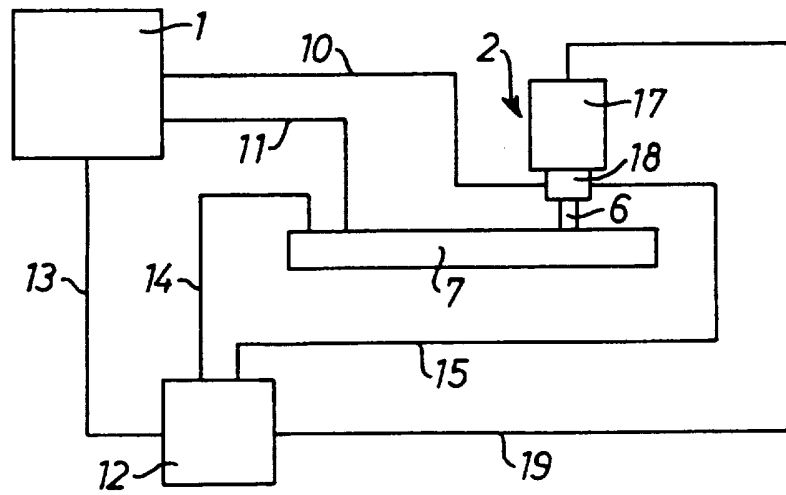


Fig. 2