



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: AT 409 832 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 731/99  
(22) Anmeldetag: 26.04.1999  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.04.2002  
(45) Ausgabetag: 25.11.2002

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B23K 9/095

B23K 9/12

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 0904883A1 DE 2550278A1 EP 0142915A1  
US 4485293A

(73) Patentinhaber:  
FRONIUS SCHWEISSMASCHINEN PRODUKTION  
GMBH & CO. KG  
A-4643 PETTENBACH, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) SCHWEISSVERFAHREN UND SCHWEISSGERÄT ZUR DURCHFÜHRUNG DES SCHWEISSVERFAHRENS

AT 409 832 B

(57) Die Erfindung beschreibt ein Schweißverfahren, insbesondere Lichtbogenschweißverfahren, zur Durchführung eines Schweißprozesses mit einem in einem Lichtbogen (15) abschmelzenden Schweißdraht (13), der mit Energie aus zumindest einer geregelten Stromquelle (2) versorgt wird, wobei über eine Steuervorrichtung (4) eine entsprechende Steuerung oder Regelung der Stromquelle (2) und/oder des Drahtvorschubes durchgeführt wird. Nach dem erstmaligen Zünden des Lichtbogens (15) wird bei jedem Auftreten eines Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht (13) und einem Werkstück (4) während bzw. bei dem ausgewählten Schweißprozeß die Vorwärtsbewegung des Schweißdrähtes (13) zur Unterbrechung des Kurzschlusses gestoppt oder umgekehrt.

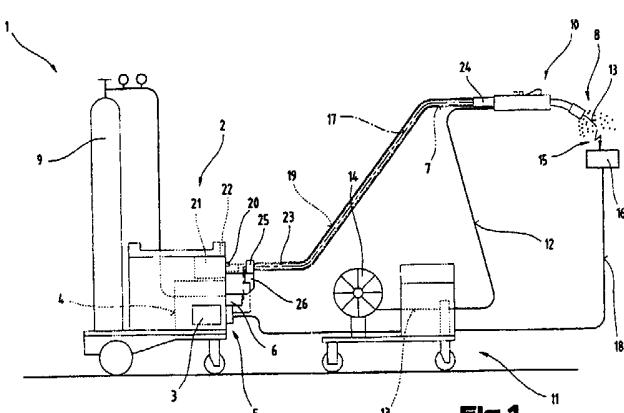


Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung für das Lichtbogenschweißen nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 20.

Aus der DE 25 50 278 A1 ist eine Elektrodenvorschubsteuerung bekannt, bei der zum Zünden des Lichtbogens zwischen der Elektrode und dem Werkstück, insbesondere beim Kaltanlauf oder beim Heißanlauf, bei Berührung der Elektrode am Werkstück der Elektrodenvorschub gestoppt wird und anschließend zum Zünden des Lichtbogens die Elektrode zurückgezogen wird. Nach dem Zünden des Lichtbogens wird für den tatsächlichen Schweißprozeß die Elektrode wiederum in Richtung des Werkstückes bewegt. Nachteilig ist hierbei, daß während des Schweißprozesses, also nach dem erstmaligen Zünden des Lichtbogens, insbesondere nach dem Kaltanlauf oder dem Heißanlauf, keine bzw. nur eine beschränkte bzw. willkürliche Änderung der Vorwärtsbewegung der Elektrode durchgeführt wird, so daß bei Auftreten eines Kurzschlusses dieser durch eine Stromerhöhung gelöst werden soll und somit Schweißspritzer entstehen können.

Weiters ist aus der EP 0 142 915 A1 und der US 4 485 293 A eine Steuerung für einen Drahtvorschub beschrieben, bei der der Antrieb, insbesondere der Motor, bzw. der Schweißprozeß in Abhängigkeit der Lichtbogenspannung bzw. der Motorgeschwindigkeit geregelt wird, wobei jedoch während des Schweißprozesses die Elektrode bzw. der Schweißdraht immer in Richtung des Werkstückes gefördert wird.

Aus der EP 0 904 883 A1 ist ein Verfahren zum Zünden und zur Aufrechterhaltung eines Lichtbogens für das Lichtbogenschweißen bekannt. Die Versorgung des Lichtbogens bzw. der Zündvorgang erfolgt über eine geregelte Energiequelle. Dabei wird der Schweißdraht in Richtung des Werkstückes bis zur Kontaktnahme, also bis zur Bildung eines Kurzschlusses, bewegt, wodurch anschließend der Schweißdraht mit Energie von der Energiequelle vorsorgt wird. Anschließend wird der Schweißdraht vom Werkstück weg bewegt, so daß durch Abheben des Schweißdrahtes vom Werkstück, also durch die Auflösung des Kurzschlusses, der Lichtbogen gezündet wird. Die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes vom Werkstück wird solange fortgesetzt, bis eine entsprechende Lichtbogenlänge erreicht ist, worauf die Bewegung des Schweißdrahtes in Richtung des Werkstückes, also in eine Vorwärtsbewegung umgekehrt wird. Zu diesem Zeitpunkt ist das Zündverfahren des Lichtbogens abgeschlossen, so daß durch eine kontinuierliche Vorwärtsbewegung in Richtung des Werkstückes ein Schweißprozeß durchgeführt werden kann, wobei bei Auftreten eines Kurzschlusses, also beim Auflaufen des Schweißdrahtes auf die Oberfläche des Werkstückes, ein höherer Stromimpuls als der eingestellte Schweißstrom an den Schweißdraht angelegt wird, so daß ein aufschmelzen des Kurzschlusses und somit eine Metalltropfenablösung erzielt wird. Dabei wird jedoch die Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes beibehalten.

Nachteilig ist hierbei, daß es durch die Erhöhung des Schweißstromes in Form eines Stromimpulses zu einer Abschmelzung des Metalltropfens kommt bei der aufgrund der hohen Stromstärke zum Zeitpunkt des Aufbrechens des Kurzschlusses Schweißspritzer entstehen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Zünden und Aufrechterhalten eines Lichtbogens zu schaffen, bei dem die Schweißqualität des Schweißprozesses wesentlich verbessert wird.

Diese Aufgabe der Erfindung wird durch die kennzeichnenden Maßnahmen des Anspruches 1 erreicht. Vorteilhaft ist hierbei, daß der Prozeßablauf so gesteuert wird, daß bei einem auftretenden Kurzschluß zwischen dem Schweißdraht und dem Werkstück nach dem abgeschlossenen Zündverfahren regulierend auf die Vorschubbewegung, also auf die Vorwärtsbewegung, des Schweißdrahtes eingewirkt wird, wobei die Vorwärtsbewegung kurzzeitig gestoppt und/oder umgekehrt wird und damit der Kurzschluß aufgehoben wird. Dadurch wird erreicht, daß damit eine Konstanthaltung des Schweißstromes möglich ist, also eine Stromerhöhung, wie sie üblicherweise zum Aufbrechen eines Kurzschlusses erforderlich ist, unterbleiben kann. Damit unterbleiben auch Schweißspritzer, die bei einem Aufbrechen des Kurzschlusses durch Stromerhöhung zwangsläufig auftreten, wodurch fehlerhafte, unsaubere Schweißergebnisse wirkungsvoll vermieden werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß auch mit dicken Drähten verhältnismäßig kleine Schweißnähte völlig spritzfrei erzielt werden können und mit dünnen Drähten sogenannte Mikroschweißungen auf sehr dünnen Blechen gemacht werden können. Dies ist nur deshalb möglich, da die Ablösung des gebildeten Metalltropfens nicht mehr mit einem sehr hohen Stromimpuls erzeugt wird, sondern die Ablösung durch die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes und der Oberflächenspannung des Schmelzbades durchgeführt wird.

Von Vorteil ist bei den Maßnahmen nach den Ansprüchen 2 bis 11, daß dadurch ohne großen Steuer- oder Regelaufwand ein spritzerfreies Schweißverfahren durchgeführt werden kann.

Vorteilhaft sind dabei auch Maßnahmen wie in Ansprüchen 12 bis 14 beschrieben, weil dadurch prozeßabhängig vorgegebene Parameter der Regelung zugrunde gelegt werden können und ein zur Steuerung derartiger Prozesse erforderliches rasches Reagieren ermöglicht wird. Durch die geregelte Einflußnahme auf die Vorschubbewegung des Schweißdrahtes unter Berücksichtigung der vorgegebenen Prozeßparameter wird nach diesen Maßnahmen im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren die Wärmeeinbringung wesentlich geringer gehalten, wodurch sich dieses Verfahren insbesondere auch für einen Schweißprozeß von sehr dünnen Materialien eignet und die Ausbildung der Vorrichtungen zur Schweißdrahtzufuhr durch die Anwendbarkeit von Schweißdrähten mit größerem Querschnitt vereinfacht wird.

Gemäß den vorteilhaft weiteren Maßnahmen wie in den Ansprüchen 15 und 16 beschrieben, wird die Anwendbarkeit des Verfahrens für sämtliche den Stand der Technik bildende Schweißgeräte erreicht und damit das breite Spektrum der unterschiedlichen Anwendungen abgedeckt.

Schließlich sind auch Maßnahmen wie in den Ansprüchen 17 bis 19 beschrieben von Vorteil, weil dadurch die erforderliche kurze Reaktionszeit bei der Ansteuerung des Antriebes der Vorschubvorrichtung und insbesondere die rasche Umkehr der Bewegungsrichtung des Schweißdrahtes erreicht wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 20 erreicht. Der überraschende Vorteil dabei ist, daß durch eine Umsteuerung des Antriebes der Vorschubvorrichtung und damit der Bewegungsrichtung des Schweißdrahtes die periodisch auftretenden Kurzschlußphasen im Schweißprozeß, die immer dann eintreten, wenn ein abschmelzender Teil, insbesondere des Metalltropfens, des Schweißdrahtes in das Schweißbad übergeht, aufgehoben werden, ohne daß Korrekturen in der relativen Stellung des Schweißbrenners zum Werkstück erforderlich werden. Damit sind aber auch Stromerhöhungsmaßnahmen zum Aufbrechen eines Kurzschlusses, die zumeist auch Schweißspritzen bewirken und sich auf das Schweißergebnis negativ auswirken, nicht erforderlich.

Von Vorteil ist dabei auch eine Ausführung wie im Anspruch 21 beschrieben, da bei einem Antrieb mittels Servomotor eine sehr rasche Bewegungsumkehr vorgenommen werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung beschreibt aber auch Anspruch 22, weil dadurch kostengünstige, handelsübliche Vorrichtungen einsetzbar sind.

Gemäß der vorteilhaften Weiterbildung wie in Anspruch 23 beschrieben, ergeben sich eine Vielzahl von Alternativen für den Antrieb einer derartigen Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht.

Nach der weiteren vorteilhaften Ausbildung wie im Anspruch 24 beschrieben, wird eine hohe Präzision der Vorschubvorrichtung erreicht und eignet sich diese Ausführung besonders für den Einsatz im Mikroschweißbereich, d.h., wo es auf sehr exakte Steuerungsabläufe ganz besonders ankommt.

Schließlich ist aber auch eine Ausführung wie in den Ansprüchen 25 und 26 beschrieben möglich, wodurch eine sehr kostengünstige Ausbildung unter Einsatz gering störanfälliger Komponenten möglich ist.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der in den nachfolgenden Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- 45 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Schweißgerätes mit den einzelnen Komponenten in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- Fig. 2 ein vereinfachtes Blockschaltbild zur Durchführung des erfindungsgemäßen Schweißverfahrens mit einem erfindungsgemäßen Schweißgerät;
- 50 Fig. 3 ein Diagramm mit dem Vorschubverlauf des Schweißdrahtes zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 4 ein Diagramm über den Spannungsverlauf bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 5 ein Diagramm eines Stromverlaufes bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- 55 Fig. 6 ein Diagramm einer weiteren Variante des Stromverlaufes bei der Durchführung des

- erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 7 ein Diagramm eines anderen möglichen Stromverlaufes bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 8 eine Ausführung einer Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht des erfindungsgemäßen Schweißgerätes in Ansicht;
- 5 Fig. 9 eine andere Ausführung der Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht für das erfindungsgemäße Schweißgerät in Ansicht;
- Fig. 10 eine weitere Ausführung der Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht für das erfindungsgemäße Schweißgerät in Ansicht;
- 10 Fig. 11 ein schematisches Schaubild zur Ansteuerung des Antriebes der Vorschubvorrichtung für den Schweißdraht des erfindungsgemäßen Schweißgerätes.

Einführend sei festgehalten, daß in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erforderliche oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

In Fig. 1 ist eine Schweißanlage bzw. ein Schweißgerät 1 für verschiedenste Schweißverfahren, wie z.B. MIG/MAG-Schweißen bzw. TIG-Schweißen, oder Elektroden-Schweißverfahren gezeigt.

Das Schweißgerät 1 umfaßt eine Stromquelle 2 mit einem Leistungsteil 3, eine Steuervorrichtung 4 und ein dem Leistungsteil 3 bzw. der Steuervorrichtung 4 zugeordnetes Umschaltglied 5. Das Umschaltglied 5 bzw. die Steuervorrichtung 4 ist mit einem Steuerventil 6 verbunden, welches in einer Versorgungsleitung 7 für ein Gas 8, insbesondere ein Schutzgas wie beispielsweise CO<sub>2</sub>, Helium oder Argon und dgl., zwischen einem Gasspeicher 9 und einem Schweißbrenner 10 angeordnet ist.

Zudem kann über die Steuervorrichtung 4 noch eine Vorschubvorrichtung 11, welche für das MIG/MAG-Schweißen üblich ist, angesteuert werden, wobei über eine Versorgungsleitung 12 ein Schweißdraht 13 von einer Vorratsstrommel 14 in den Bereich des Schweißbrenners 10 zugeführt wird. Selbstverständlich ist es möglich, daß die Vorschubvorrichtung 11, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, im Schweißgerät 1 integriert ist und nicht, wie in Fig. 1 dargestellt, als Zusatzgerät ausgebildet ist.

Der Strom zum Aufbauen eines Lichtbogens 15 zwischen dem Schweißdraht 13 und einem Werkstück 16 wird über eine Versorgungsleitung 17 vom Leistungsteil 3 der Stromquelle 2 dem Schweißbrenner 10 bzw. dem Schweißdraht 13 zugeführt, wobei das zu verschweißende Werkstück 16 über eine weitere Versorgungsleitung 18 ebenfalls mit dem Schweißgerät 1, insbesondere mit der Stromquelle 2, verbunden ist und somit über dem Lichtbogen 15 ein Stromkreis aufgebaut werden kann.

Zum Kühlen des Schweißbrenners 10 kann über einen Kühlkreislauf 19 der Schweißbrenner 10 unter Zwischenschaltung eines Strömungswächters 20 mit einem Kühlmittelbehälter 21 verbunden werden, wodurch bei der Inbetriebnahme des Schweißbrenners 10 der Kühlkreislauf 19, insbesondere eine für die im Kühlmittelbehälter 21 angeordnete Flüssigkeit verwendete Flüssigkeitspumpe, gestartet werden kann und somit eine Kühlung des Schweißbrenners 10 bzw. des Schweißdrahtes 13 bewirkt wird.

Das Schweißgerät 1 weist weiters eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 auf, über die die unterschiedlichsten Schweißparameter bzw. Betriebsarten des Schweißgerätes 1 eingestellt werden können. Dabei werden die über die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 eingestellten Schweißparameter an die Steuervorrichtung 4 weitergeleitet und von dieser werden anschließend die einzelnen Komponenten der Schweißanlage bzw. des Schweißgerätes 1 angesteuert.

Weiters ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Schweißbrenner 10 über ein Schlauchpaket 23 mit dem Schweißgerät 1 bzw. der Schweißanlage verbunden. In dem Schlauchpaket 23 sind die einzelnen Leitungen vom Schweißgerät 1 zum Schweißbrenner 10 angeordnet.

Das Schlauchpaket 23 wird über eine zum Stand der Technik zählende Verbindungs vorrichtung 24 mit dem Schweißbrenner 10 verbunden, wogegen die einzelnen Leitungen im Schlauchpaket 23 mit den einzelnen Kontakten des Schweißgerätes 1 über Anschlußbuchsen bzw. Steckverbindungen verbunden sind. Damit eine entsprechende Zugentlastung des Schlauchpaketes 23 gewährleistet ist, ist das Schlauchpaket 23 über eine Zugentlastungsvorrichtung 25 mit einem Gehäuse 26 des Schweißgerätes 1 verbunden.

In den Fig. 2 bis 7, insbesondere in Fig. 2, ist in vereinfachter, schematischer Darstellung das Schweißgerät 1 mit der Stromquelle 2 dargestellt. Nach dieser Darstellung sind im Schweißgerät 1 die einzelnen Komponenten des Leistungsteils 3 sowie die Steuervorrichtung 4 integriert angeordnet. Die Stromquelle 2 ist über die Versorgungsleitungen 17, 18 mit dem Schweißbrenner 10 bzw. dem Werkstück 16 verbunden. Damit eine Steuerung der Vorschubvorrichtung 11 erfolgen kann, ist die Steuervorrichtung 4 über Steuerleitungen 27, 28 mit der Vorschubvorrichtung 11 verbunden. Die Vorschubvorrichtung 11 weist die Vorratstrommel 14 mit dem Schweißdraht 13 und eine Antriebsvorrichtung 29, z.B. gebildet durch Förderrollen 30, 31, und einen Antrieb 32 auf.

Zur Ausbildung des Lichtbogens 15 zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16 wird nachstehend beschriebener Verfahrensablauf durch die Steuervorrichtung 4 gesteuert und überwacht. Der Leistungsteil 3 ist nach der gezeigten Ausführung mit einer externen bevorzugt geregelten Energiequelle 33 leitungsverbunden.

Dabei ist es möglich, daß ein Schweißverfahren realisiert wird, bei dem von der Steuervorrichtung in Abhängigkeit von der sich einstellenden Lichtbogen spannung ein Ausgangssignal zur Veränderung der Vorschubrichtung des Schweißdrahtes generiert wird, wobei nach dem Absinken der Lichtbogen spannung auf bzw. unter einen prozeßabhängigen vorgegebenen Minimalwert die Vorschubbewegung gestoppt und/oder eine Richtungsumkehr der Vorschubbewegung erfolgt, so daß nach einem Anstieg und Erreichen bzw. Überschreiten des Sollwertes der Lichtbogen spannung eine neuerliche Richtungsumkehr der Vorschubbewegung erfolgt.

In den Fig. 3 bis 5 ist nunmehr anhand von Schaubildern die Wechselbeziehung zwischen Drahtvorschub, Spannung und einem möglichen geregelten Stromverlauf dargestellt. Dabei ist in Fig. 3 die Vorschubgeschwindigkeit "Vd" des Schweißdrahtes 13 in Abhängigkeit der Zeit "t", welche auf der Abzisse des Diagrammes aufgetragen ist, dargestellt. Der Kurvenverlauf der Vorschubgeschwindigkeit "Vd" im Bereich oberhalb der Abzisse stellt eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 in Richtung des Werkstückes 16 dar und der Kurvenverlauf unterhalb der Abzisse eine Rückwärtsbewegung, was zu einer Entfernung des Schweißdrahtendes vom Werkstück 16 führt. In der Fig. 4 ist der Spannungsverlauf und in Fig. 5 der Stromverlauf am Schweißdraht 13 dargestellt mit dem Kurvenverlauf der Spannung U und dem Kurvenverlauf des Stromes I.

Bei dem dargestellten Schweißverfahren wird ein aus dem Stand der Technik bekanntes Zündverfahren zum erstmaligen Zünden des Lichtbogens 15, wie beispielsweise aus der EP 0 904 883 A eingesetzt, so daß auf dieses Zündverfahren nicht mehr näher eingegangen wird. Selbstverständlich ist es möglich, daß weitere beliebige aus dem Stand der Technik bekannte Zündverfahren, insbesondere für ein Kurzschlußschweißen, eingesetzt werden können. Dabei ist es nicht notwendig, daß für die erstmalige Zündung des Lichtbogens 15 eine Vor- und Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 durchgeführt werden muß, sondern daß durch einfaches zuführen, also durch eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13, die Zündung erfolgen kann, d.h., daß beispielsweise eine Hochfrequenzzünden ebenfalls eingesetzt werden kann.

Zu einem Zeitpunkt 34 wird der Schweißprozeß, insbesondere das Zündverfahren, gestartet. Dabei wird von der Steuervorrichtung 4 eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 eingeleitet. Gleichzeitig wird die Stromquelle 2 aktiviert, so daß eine entsprechende Energieversorgung des Schweißdrahtes 13 aufgebaut wird. Zu einem Zeitpunkt 35 tritt zwischen dem Werkstück 16 und dem Schweißdraht 13 ein Kurzschluß auf, d.h., daß der Schweißdraht 13 auf der Oberfläche des Werkstückes 16 aufgelaufen ist, so daß die angelegte Spannung am Schweißdraht 13 zusammenbricht und der Strom zu fließen beginnt. Dieser Kurzschluß zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16 wird von der Steuervorrichtung 4 erkannt, worauf diese eine Umkehrbewegung des Schweißdrahtes 13, also eine Rückwärtsbewegung, einleitet.

Zu einem Zeitpunkt 36 hebt der Schweißdraht 13 von der Oberfläche des Werkstückes 16 ab und der Lichtbogen 15 wird automatisch gezündet. Dies wird von der Steuervorrichtung 4 erkannt. Die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 kann beispielsweise solange fortgesetzt werden,

bis sich eine entsprechende, voreinstellbare Lichtbogenlänge ausbildet. Nach Erreichen der voreingestellten Lichtbogenlänge wird die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 wiederum in eine Vorwärtsbewegung umgekehrt, wie dies zu einem Zeitpunkt 37 ersichtlich ist. Gleichzeitig wird eine Stromerhöhung durchgeführt, so daß ein stabiler Lichtbogen 15 aufgebaut werden kann. Zu einem Zeitpunkt 38 tritt eine Stabilisierung des Lichtbogens 15 ein, wodurch das Zündverfahren des Lichtbogens 15 abgeschlossen ist und es kann mit dem ausgewählten Schweißprozeß begonnen werden. Selbstverständlich ist es möglich, daß die Rückwärtsbewegung beim Aufheben des Kurzschlusses beendet wird und somit eine Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 aufgebaut wird. Dabei würden sich die beiden zuvor beschriebenen Zeitpunkte 36 und 37 decken.

Nach Ausbildung des Lichtbogens 15 stellt sich zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16 eine Lichtbogenspannung 39 ein, deren Spannungsverlauf von der Steuervorrichtung 4 überwacht wird. Gleichzeitig erfolgt die Anspeisung mit dem für den Schweißprozeß erforderlichen Schweißstrom 40 über die Stromquelle 2 in einer prozeßabhängigen voreingestellten Größenordnung. Dabei wird bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel in Fig. 5 ein Stromverlauf mit einem konstant gehaltenen Schweißstrom 40 gezeigt, d.h., daß beispielsweise ein an den Schweißdraht 13 angelegter Schweißstrom 40 über den gesamten, durchgeführten Schweißprozeß konstant gehalten wird.

Ab dem Zeitpunkt 38 wird der Schweißdraht 13 beispielsweise mit einer konstant gehaltenen, maximalen, voreingestellten Vorschubgeschwindigkeit gemäß Kurvenverlauf 41 in Richtung des Werkstückes 16 bewegt. Während dieser Phase erfolgt das Anschmelzen des Schweißdrahtes 13 und damit die Ausbildung eines Metalltropfens am Schweißdrahtende, der in das Schmelzbad durch die im Schmelzbad vorhandene Oberflächenspannung überführt wird, wobei beim Übergang, wie zu einem Zeitpunkt 42 dargestellt, kurzzeitig ein Kurzschluß gebildet wird, d.h., daß der Schweißdraht 13 mit dem angeschmolzenen Metalltropfen die Oberfläche des Werkstückes 16 berührt. Dies kann die Steuervorrichtung 4 deshalb erkennen, da entsprechend dem Kurvenverlauf 43 in Fig. 4 die aufgebaute Lichtbogenspannung 39 am Schweißdraht 13 zusammenbricht.

Durch die Überwachung der Lichtbogenspannung 39 wird bei Eintritt des Zustandes Kurzschluß in der Steuervorrichtung 4 ein Regelprozeß zur Umsteuerung der Antriebsvorrichtung 29 der Vorschubvorrichtung 11 für den Schweißdraht 13 generiert, durch die der Antrieb 32 eine Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 gemäß Kurvenverlauf 44, wie in Fig. 3 ab dem Zeitpunkt 42 gezeigt, vornimmt. Diese Rückwärtsbewegung wird solange fortgeführt, bis der Zustand Kurzschluß aufgehoben ist, d.h., daß sich der Schweißdraht 13 von der Oberfläche des Schmelzbades löst und somit der Lichtbogen 15 wieder gezündet wird, wobei sich dadurch die Lichtbogenspannung 39 ab einem Zeitpunkt 45 des Aufhebens des Zustandes Kurzschluß wieder einstellt.

Während dieser Rückwärtsbewegung, also ab dem Zeitpunkt 42, wird jedoch der voreingestellte Stromverlauf, insbesondere der Schweißstrom 40, beibehalten, d.h., daß bei der Bildung des Kurzschlusses keine Stromerhöhung für das Aufschmelzen des Kurzschlusses, wie dies bei Schweißprozessen aus dem Stand der Technik bekannt ist, durchgeführt wird. Dadurch wird erreicht, daß eine spritzerfreie Ablösung des Metalltropfens vom Schweißdraht 13 sichergestellt werden kann.

Die Ablösung des Metalltropfens erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren derartig, daß durch den Kurzschluß, also durch das Berühren des angeschmolzenen Metalltropfens mit dem Schmelzbad dieser aufgrund der Oberflächenspannung des Schmelzbades in das Schmelzbad gezogen wird, wobei die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes das Ablösen des Metalltropfens vom Schweißdrahtende unterstützt und somit eine raschere Ablösung des Metalltropfens bewirkt wird. Hat sich der Metalltropfen von dem Schweißdrahtende gelöst, so wird der Kurzschluß aufgehoben und ein neuerlicher Lichtbogen 15 wird selbstständig gezündet, wie dies zu dem Zeitpunkt 45 ersichtlich ist. Daraufhin erfolgt wiederum eine Umkehrbewegung des Schweißdrahtes 13, d.h., daß die Schweißdrahtbewegung von der Rückwärtsbewegung in eine neuerliche Vorwärtsbewegung umgekehrt wird, bis wiederum ein Kurzschluß auftritt, so daß sich die zuvor beschriebenen Schritte wiederholen.

Durch diese Art der Tropfenablösung, insbesondere des Metalltropfens, wird erreicht, daß ein Schweißverfahren für einen Zünd- und einen Schweißprozeß geschaffen wird, welches völlig spritzerfrei abläuft und somit Nachbehandlungen der Oberfläche des Werkstückes 16 entfallen können. Durch die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 wird erreicht, daß damit der

Zustand Kurzschluß aufgehoben wird, ohne dabei eine entsprechende Stromerhöhung zum Ablösen des Metalltropfens vornehmen zu müssen. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel handelt es sich hierbei hauptsächlich um ein sogenanntes Kurzlichtbogenschweißen, bei dem der Materialtransport in der Kurzschlußphase des Lichtbogens 15 erfolgt. Es ist jedoch ebenso möglich, dieses Schweißverfahren auch für andere Schweißprozesse zu nützen.

Ein wesentlicher Vorteil wird mit diesem Schweißverfahren erreicht, daß nunmehr auch mit dickeren Schweißdrähten 13 verhältnismäßig kleine Schweißnähte völlig spritzerfrei hergestellt werden können und mit dünnen Schweißdrähten 13 beispielsweise sogenannte Mikroschweißungen auf sehr dünnen Blechen hergestellt werden können.

Die Art und Weise wie der Schweißstrom 40 und die Vorschubbewegung des Schweißdrahtes 13 über den Prozeßzustand gesteuert wird, ist beliebig variierbar. Dabei ist es auch möglich, daß nicht gleichzeitig mit dem Lösen des Kurzschlusses die Schweißdrahtbewegung umgekehrt wird, sondern daß der Schweißdraht 13 solange zurückbewegt wird, bis sich eine entsprechende Lichtbogenlänge einstellt und anschließend erst die Vorwärtsbewegung für das weitere Aufschmelzen des Metalltropfens eingeleitet wird. Es kann auch beispielsweise der Schweißstrom 40, wie schematisch in den Schaubildern der Fig. 6 und 7 gezeigt, mit einer beliebigen Frequenz gepulst werden und der Schweißdraht 13 jeweils am Pulsende eine Bewegung in Richtung des Werkstückes 16 durchführt, bis der Metalltropfen das Schmelzbad berührt. Der dabei entstehende Prozeßzustand Kurzschluß wird anschließend durch eine Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 14 aufgelöst, wonach mit dem Stoppen der Antriebsvorrichtung 32 bzw. der Bewegungsumkehr in die Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 ein neuerlicher Stromimpuls angelegt wird.

Eine weitere Möglichkeit ist, den Schweißstrom während der Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 auf einen geringeren Wert abzusenken, um beispielsweise die Rückstoßkräfte, die bei größeren Schweißströmen und bei Verwendung von CO<sub>2</sub> als Schutzgas den Metalltropfen aus dem Lichtbogen 15 herausschleudern könnten und somit in Folge der dabei auftretenden Schweißspritzen das Schweißergebnis negativ beeinflussen, zu eliminieren.

In Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel mit einem gepulsten Stromverlauf gezeigt. Dabei wird nach Abschluß des Zündverfahren der Schweißstrom 40 über eine gewisse Zeitdauer 46 auf eine voreingestellte Stromhöhe konstant gehalten, so daß sich ein entsprechender Metalltropfen am Schweißdrahtende ausbilden kann.

Da beispielsweise bei einer Roboterschweißanlage der Abstand des Schweißbrenners 10 zu der Oberfläche des Werkstückes 16 konstant ist, sind die einzelnen Kurzschlußzeitpunkte bekannt, so daß beispielsweise ein Absenken des Schweißstromes 40 vor der Bildung eines Kurzschlusses durchgeführt wird. Damit die einzelnen Kurzschlußzeitpunkte festgelegt werden können, ist es möglich, daß zuerst eine entsprechende Probeschweißung durchgeführt wird, so daß von der Steuervorrichtung 4 diese Zeitpunkte erfaßt und gespeichert werden können. Selbstverständlich ist es möglich, daß bei bekanntem Abstand des Schweißbrenners 10 zur Oberfläche des Werkstückes 16 die Steuervorrichtung 4 diese Zeitpunkte aufgrund der voreingestellten Drahtvorschubgeschwindigkeit berechnen kann, so daß von der Steuervorrichtung 4 wiederum die Länge der Zeitdauer 46 zum Absenken des Schweißstromes 40 vor dem Kurzschluß festlegen kann.

Bei dem dargestellten Schweißverfahren in Fig. 6 wird also der Schweißstrom 40 vor der Bildung eines Kurzschlusses auf einem niedrigeren Wert abgesenkt, wodurch erreicht wird, daß für die Bildung des Metalltropfens ein wesentlich höherer Schweißstrom 40 verwendet werden kann und trotzdem keine Schweißspritzer auftreten können, da bei dem Entstehen des Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht 13 und dem Werkstück 16 der Schweißstrom abgesenkt wird. Bei diesem gezeigten Schweißverfahren wird nunmehr der Schweißstrom 40 während der Vorwärtsbewegung über eine gewisse Zeitdauer 46 auf eine entsprechende Schweißstromhöhe konstant gehalten, wobei nach Ablauf dieser Zeitdauer 46 eine Absenkung auf einen entsprechenden niedrigeren Wert erfolgt. Der Schweißstrom 40 wird anschließend bis zur Wiederzündung des Lichtbogens 15 auf diesen niedrigeren Wert konstant gehalten, d.h., daß beim Eintritt des Kurzschlusses und der darauf folgenden Rückwärtsbewegung ein konstanter Schweißstrom 40 aufrechterhalten bleibt.

Selbstverständlich ist es möglich, daß der höhere Schweißstrom 40 solange beibehalten wird, bis daß ein Kurzschluß auftritt und anschließend eine Absenkung auf den vorgegebenen niedrigeren Schweißstromwert durchgeführt werden kann.

Der Vorteil eines derartigen Verfahrens mit einem gepulsten Schweißstrom 40 liegt darin, daß die Erwärmung des Schweißdrahtes 13 gering gehalten werden kann, da nur über eine gewisse Zeitdauer 46 eine erhebliche Strombelastung auf den Schweißdraht 13 einwirkt.

In Fig. 7 ist wiederum ein Schweißverfahren gezeigt, bei dem der Schweißstrom 40 pulsförmig an den Schweißdraht 13 angelegt wird, wie dies in Fig. 6 beschrieben ist. Bei diesem Verfahren wird jedoch in der Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13, also nach der Bildung des Kurzschlusses, ein weiterer Stromimpuls 47 gebildet. Dieser Stromimpuls 47 hat die Aufgabe unterstützend den Metalltropfen abzulösen, d.h., daß aufgrund dieses Stromimpulses 47 eine Einschnürung während der Rückwärtsbewegung gebildet wird, so daß ein leichteres und schnelleres Ablösen des Metalltropfens vom Schweißdraht 13 erzielt wird. Dabei ist es möglich, daß die Höhe dieses Stromimpulses 47 frei einstellbar ist. Die Höhe dieses Stromimpulses 47 wird derartig gewählt, daß bei einem entsprechenden Schweißdrahtdurchmesser keine Metalltropfenablösung zustande kommt.

Die Ausbildung bzw. das Anlegen eines Stromimpulses 47 in der Rückwärtsbewegung bewirkt, daß zusätzliche Energie in den Metalltropfen eingebracht wird, so daß keine Abkühlung bzw. eine zusätzliche Erweichung des Metalltropfens durchgeführt wird, was zu einer noch leichteren Ablösung des Metalltropfens führt. Weiters wird erreicht, daß durch den Stromimpuls 47 die Rückwärtsbewegung minimiert wird, d.h., daß der Schweißdraht 13 nicht mehr so stark rückwärts bewegt werden muß.

Grundsätzlich ist zu den einzelnen dargestellten Verfahren der Fig. 3 bis 7 zu sagen, daß, nicht wie aus dem Stand der Technik bekannt, nach dem Zünden des Schweißstromes 40 eine konstante Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 durchgeführt wird, sondern daß nach einer Bildung eines Kurzschlusses die Vorwärtsbewegung unterbrochen wird und in eine Rückwärtsbewegung umgekehrt wird. Dabei ist es auch möglich, daß die Vorwärtsbewegung nur unterbrochen wird, d.h., daß der Drahtvorschub über eine gewisse Zeitdauer angehalten wird, also keine Rückwärtsbewegung durchgeführt wird und somit aufgrund des angelegten Schweißstromes 40 und der Oberflächenspannung des Schmelzbades eine Metalltropfenablösung hervorgerufen wird.

Die Regelung der zuvor beschriebenen Verfahren kann auch derartig gelöst werden, indem beispielsweise die Drahtvorschubgeschwindigkeit willkürlich gewählt wird und eine entsprechende Stromregelung oder umgekehrt durchgeführt wird, d.h., daß die Geschwindigkeit der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung in Abhängigkeit des Stromes oder umgekehrt geregelt werden kann. Dies ist deshalb möglich, da die Steuervorrichtung 4 die Zustände der Kurzschlüsse erkennen kann und somit eine entsprechende Regelung von einen der beiden Parametern, insbesondere der Geschwindigkeit oder des Stromes, vornehmen kann. Dadurch ist es möglich, daß die Kurzschlußfrequenz geregelt bzw. festgelegt werden kann. Durch diese Regelmöglichkeit ist es auch nicht notwendig, daß die Drahtvorschubgeschwindigkeit festgelegt bzw. eingestellt oder geregelt werden muß.

Dadurch ist es möglich, daß die Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 synchron oder a-synchron und zeitlich verzögert zu den durch die Stromquelle 2 gegebenen Schweißstrom 40 erfolgt oder daß der Schweißstrom 40 synchron oder a-synchron und zeitlich verzögert zur Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 an den Schweißdraht 13 angelegt wird.

In der Fig. 8 ist die Vorschubvorrichtung 11 bestehend aus der Vorratstrommel 14 mit dem Schweißdraht 13 und den Förderrollen 30, 31 mit dem Antrieb 32 gezeigt. Um eine exakte Führung des Schweißdrahtes 13 zu erreichen, sind die Förderrollen 30, 31 mit umlaufenden Führungsnu ten 48, 49 versehen. Als Antrieb 32 eignet sich für die für den vorbeschriebenen Schweißprozeß erforderliche schnelle Drehrichtungsänderung zur Herbeiführung der Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 insbesondere ein bürstenloser, strombetriebener Servomotor 50.

In der Fig. 9 ist eine weitere Ausbildung der Vorschubvorrichtung 11 für den Schweißdraht 13 gezeigt. Diese ist in Art einer aus dem Stand der Technik bekannten Linear-Schlittenvorrichtung 51 gebildet, welche mit Greifzangen 52 zur Erfassung des Schweißdrahtes 13 bestückt ist und die auf einer Schlittenanordnung 53 gegenläufig bewegbar sind und wechselweise den Schweißdraht 13 während der Vorschubbewegung spannen und bewegen und womit auch ein rasches Umsteuern der Bewegungsrichtung möglich ist.

Der Antrieb 32 für derart ausgebildete Vorschubvorrichtungen 11 kann sowohl über Linearmotoren elektrisch wie auch über mit einem Druckmedium beaufschlagte Antriebselemente, z.B. Zylinder,

der 54, betrieben werden.

Selbstverständlich ist erfindungsgemäß auch eine Kombination möglich, bei der ein Rollentrieb 55 auf einer in seiner Bewegungsrichtung schnell umsteuerbaren Schlittenvorrichtung 56 angeordnet ist, wobei die Schlittenvorrichtung 56 für einen feinfühligen Bewegungsablauf beispielsweise 5 über einen mit einem Servomotor 57 betriebenen Spindeltrieb 58 bewegt wird, wie dies in Fig. 10 schematisch dargestellt ist. Bei dieser Ausführung ist eine Drehrichtungsumkehr des Antriebes 32 nicht erforderlich, da die Umkehr der Bewegungsrichtung des Schweißdrahtes 13 durch den Spindeltrieb 58 erfolgt. Es ist auch möglich, daß der Antrieb 32 der Linear-Schlittenvorrichtung 51 durch einen Exzenterantrieb gebildet ist.

10 In der Fig. 11 ist anhand eines schematischen Schaubildes eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Schweißgerätes 1 gezeigt. Das von der Energiequelle 33 angespeiste Schweißgerät 1 weist den Leistungsteil 3 mit der Stromquelle 2, die Steuervorrichtung 4, die Vorschubvorrichtung 11 für den Schweißdraht 13 sowie die Versorgungsleitungen 17, 18 sowie den Schweißbrenner 10 zur Durchführung des Schweißprozesses auf dem Werkstück 16 auf. In einem durch Leitungen 59 für den Antrieb 32 gebildeten Versorgungskreis 60 ist ein Schaltmittel 61, z.B. zum Umsteuern des Antriebes 32 z.B. dem Servomotor 50, vorgesehen. Weiters weist die Steuervorrichtung 4 einen durch einen Soll-Ist-Vergleicher 62 ausgebildeten Regelkreis 63 auf, der von einer Auswerteschaltung 64, welche die Lichtbogenspannung detektiert, beaufschlagt wird. Die Auswerteschaltung 64 und der Soll-Ist-Vergleicher 62 bilden mit dem Regelkreis 63 eine Diagnoseschaltung 65 zur Beaufschlagung des Schaltmittels 61. In der Auswerteschaltung 64 wird die Spannungsänderung am Lichtbogen 15 permanent ermittelt, wobei bevorzugt mittels eines Zeitgliedes 66 die Spannungsänderung in einer vorgegebenen Zeiteinheit ermittelt und in der Diagnoseschaltung 65 einer Regelfunktion zugrunde gelegt wird. Damit ist es nunmehr möglich, die Ansteuerung des Antriebes 32 der Vorschubvorrichtung 11 in Abhängigkeit der Spannungsänderung des Lichtbogens 15 und in Abhängigkeit hinterlegter Parameter des Soll-Ist-Vergleichers 62 durchzuführen und den Schweißdraht 13 in Richtung des Werkstückes 16 mit einer geregelten Vorschubgeschwindigkeit zu fördern. Bei Detektierung eines Spannungsabfalles sind Gegenmaßnahmen durch Umsteuern des Antriebes 32 und damit die Bewegungsumkehr des Schweißdrahtes 13 in Bruchteilen von Sekunden möglich, wodurch ein Kurzschluß-Zustand mit seinen negativen Auswirkungen 20 wie "Verkleben" des Schweißdrahtes 13 am Werkstück 16 bzw. "Schweißspritzer" wirkungsvoll vermieden werden.

25 Die Ausführung der Vorrichtung die die Drahtelektrode vorwärts und/oder rückwärts bewegt, kann auf allen nur erdenklichen Möglichkeiten erfolgen und schränken den Umfang der Erfindung nicht ein.

30 So kann zum Beispiel der Drahtantrieb mittels zweier Rollen, welche eine Nut aufweisen, in der der Draht geführt wird, erfolgen. Diese Rollen werden beispielsweise von einem bürstenlosen Servomotor angetrieben, der für sehr schnelle Drehrichtungsänderungen spezifiziert ist.

35 Weiters wäre ein Antrieb mittels eines Greifmechanismus denkbar oder aber ein Rollenantrieb, welcher auf einem Schlitten montiert ist, wobei über den Schlitten die Richtungsänderungen der Drahtelektrode, insbesondere des Schweißdrahtes, erfolgen.

40 Die Drahtantriebseinheit sollte sich bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen sehr nahe an dem Schweißbrenner, insbesondere an der Schweißbrennerspitze, befinden, da bei größeren Entfernungen die Bewegung an der Schweißbrennerspitze aufgrund des Spiels in der Drahtvorschubseile verzögert zur Bewegung des Drahtantriebs erfolgt und somit nicht mehr entsprechend schnell auf den Prozeßzustand reagiert werden kann.

45 Es kann jedoch auch die Drahtvorschubbewegung, also die Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung, durch die Relativbewegung des Schweißbrenners 10 zum Werkstück 16, der beispielsweise auf einem Linearschlitten befestigt ist, erfolgen, wobei dann die Drahtvorschubsteuerung den Schweißdraht mit konstanter Geschwindigkeit nach vor, also in Richtung des Werkstückes 16 bzw. 50 des Schmelzbades, fördern kann und sich der Drahtantrieb nicht unmittelbar an der Schweißstelle befinden muß. Der Drahtantrieb braucht auch in diesem Fall keine Rückwärtsbewegung ausführen können.

55 Es muß noch festgehalten werden, daß der zuvor beschriebene, erfindungsgemäße Verfahrensablauf wie auch die erfindungsgemäße Vorrichtung sowohl bei einem manuellen Schweißprozeß wie auch maschinell durchgeführten Schweißprozessen, z.B. insbesondere an Schweißrobo-

tern, anwendbar sind. Abschließend sei darauf hingewiesen, daß in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen einzelne Teile unproportional vergrößert dargestellt wurden, um das Verständnis der erfindungsgemäßen Lösung zu verbessern. Des weiteren können auch einzelne Teile der zuvor beschriebenen Merkmalskombinationen der einzelnen Ausführungsbeispiele in Verbindung mit anderen Einzelmerkmalen aus anderen Ausführungsbeispielen, eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen bilden.

Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1; 2; 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; 10, 11 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen erfindungsgemäßen Lösungen bilden. Die diesbezüglichen erfindungsgemäßen Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

#### B e z u g s z e i c h e n a u f s t e l l u n g

15	1 Schweißgerät 2 Stromquelle 3 Leistungsteil 4 Steuervorrichtung 5 Umschaltglied	41 Kurvenverlauf 42 Zeitpunkt 43 Kurvenverlauf 44 Kurvenverlauf 45 Zeitpunkt
20	6 Steuerventil 7 Versorgungsleitung 8 Gas 9 Gasspeicher 10 Schweißbrenner	46 Zeitdauer 47 Stromimpuls 48 Führungsnut 49 Führungsnut 50 Servomotor
25	11 Vorschubvorrichtung 12 Versorgungsleitung 13 Schweißdraht 14 Vorratstrommel	51 Linear-Schlittenvorrichtung 52 Greifzange 53 Schlittenanordnung 54 Zylinder
30	15 Lichtbogen	55 Rollentrieb
35	16 Werkstück 17 Versorgungsleitung 18 Versorgungsleitung 19 Kühlkreislauf 20 Strömungswächter	56 Schlittenvorrichtung 57 Servomotor 58 Spindeltrieb 59 Leitung 60 Versorgungskreis
40	21 Kühlmittelbehälter 22 Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 23 Schlauchpaket 24 Verbindungsvorrichtung 25 Zugentlastungsvorrichtung	61 Schaltmittel 62 Soll-Ist-Vergleicher 63 Regelkreis 64 Auswerteschaltung 65 Diagnoseschaltung
45	26 Gehäuse 27 Steuerleitung 28 Steuerleitung 29 Antriebsvorrichtung 30 Förderrollen	66 Zeitglied
50	31 Förderrolle 32 Antrieb 33 Energiequelle 34 Zeitpunkt 35 Zeitpunkt	
55		

36 Zeitpunkt  
 37 Zeitpunkt  
 38 Zeitpunkt  
 39 Lichtbogenspannung  
 5 40 Schweißstrom

## PATENTANSPRÜCHE:

- 10 1. Schweißverfahren, insbesondere Lichtbogenschweißverfahren, zur Durchführung eines Schweißprozesses mit einem in einem Lichtbogen abschmelzenden Schweißdraht, der mit Energie aus zumindest einer geregelten Stromquelle versorgt wird, wobei über eine Steuervorrichtung eine entsprechende Steuerung oder Regelung der Stromquelle und/oder des Drahtvorschubes durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem erstmaligen Zünden des Lichtbogens, insbesondere nach Beendigung eines Zündverfahrens, bei jedem Auftreten eines Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht und einem Werkstück während bzw. bei dem ausgewählten Schweißprozeß die Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes gestoppt oder umgekehrt wird.
- 15 2. Schweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Steuervorrichtung in Abhängigkeit von der sich einstellenden Lichtbogenspannung ein Ausgangssignal zur Veränderung der Vorschubrichtung des Schweißdrähtes generiert wird.
- 20 3. Schweißverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach Absinken der Lichtbogenspannung auf bzw. unter einen prozeßabhängigen vorgegebenen Minimalwert die Vorschubbewegung gestoppt und/oder eine Richtungsumkehr der Vorschubbewegung erfolgt.
- 25 4. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach einem Anstieg und Erreichen bzw. Überschreiten des Sollwertes der Lichtbogenspannung eine neuerliche Richtungsumkehr der Vorschubbewegung erfolgt.
- 30 5. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein an den Schweißdraht angelegter Schweißstrom über den gesamten, durchgeführten Schweißprozeß konstant gehalten wird.
- 35 6. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißstrom während der Vorwärtsbewegung des Schweißdrähtes über eine gewisse Zeitspanne auf eine entsprechende Schweißstromhöhe gehalten wird, wobei nach Ablauf dieser Zeitspanne und/oder vor der Bildung eines Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht und einem Schmelzbad eine Absenkung auf einen entsprechenden niedrigeren Wert erfolgt.
- 40 7. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißstrom bis zur Wiederzündung des Lichtbogens auf einen niedrigeren Wert gehalten wird.
- 45 8. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Rückwärtsbewegung des Schweißdrähtes, also nach der Bildung des Kurzschlusses, ein weiterer Stromimpuls an den Schweißdraht angelegt wird.
- 50 9. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, 6 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Stromimpuls eine Einschnürung des Metalltropfens während der Rückwärtsbewegung gebildet wird, wobei ein leichteres und schnelleres Ablösen des Metalltropfens vom Schweißdraht erzielt wird.
- 55 10. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrähtes synchron oder a-synchron und zeitlich verzögert zum auf den Schweißdraht durch die Stromquelle gegebenen Schweißstrom erfolgt.
11. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißstrom synchron oder a-synchron und zeitlich verzögert

- zur Frequenz der Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes an den Schweißdraht angelegt wird.
12. Schweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtbogenspannung in einem Soll-Ist-Vergleicher der Steuervorrichtung überwacht wird.
  - 5 13. Schweißverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Soll-Ist-Vergleicher und ein Schaltmittel für eine Antriebsvorrichtung der Vorschubvorrichtung mit einer Diagnoseschaltung einen Regelkreis ausbildet.
  - 10 14. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Diagnoseschaltung mit einem Datenspeicher der Steuervorrichtung leitungsverbunden ist.
  - 15 15. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle durch eine Konstant-Stromquelle gebildet ist.
  - 20 16. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißdraht mit gepulstem Strom eines Leistungsteils der Stromquelle beaufschlagt wird.
  - 25 17. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Regelkreis eine Auswerteschaltung zur Ermittlung der Änderung der Lichtbogenspannung in einer Zeiteinheit angeordnet ist.
  - 30 18. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitmeßglied der Auswerteschaltung zur Detektierung der Änderung der Lichtbogenspannung für ein Meßverfahren im Bereich von Nano-Sekunden ausgebildet ist.
  - 35 19. Schweißverfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißdraht von der Vorschubvorrichtung kontinuierlich in Richtung des Werkstückes bzw. des Schmelzbades befördert wird und die Drahtvorschubbewegung, insbesondere die Vorwärts- und/oder Rückwärtsbewegung, durch Bewegung des Schweißbrenners relativ zum Werkstück erfolgt.
  - 40 20. Schweißgerät, insbesondere Lichtbogenschweißgerät, mit einem von einer Stromquelle angespeisten Leistungsteil und einer Steuervorrichtung und mit Versorgungsleitungen für einen Schweißbrenner und einer Vorschubvorrichtung zur Zufuhr für einen Schweißdraht zum Schweißbrenner, dadurch gekennzeichnet, daß in der Steuervorrichtung (4) ein mit einer Auswerteschaltung (64) für die Lichtbogenspannung leitungsverbundenes Schaltmittel (61) vorgesehen ist, das in einem Versorgungskreis für die Vorschubvorrichtung (11) angeordnet ist und eine Antriebsvorrichtung (29) bzw. der Antrieb (32) der Vorschubvorrichtung (11) bewegungsumkehrbar ausgebildet ist, wobei der Antrieb (32) bei jedem Auftreten eines Kurzschlusses zwischen dem Schweißdraht (13) und dem Werkstück (16) während eines Schweißprozesses die Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes (13) gestoppt oder umgekehrt wird.
  - 45 21. Schweißgerät nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorschubvorrichtung (11) durch einen mit einem Servomotor (50) betriebenen Rollentrieb (55) gebildet ist.
  22. Schweißgerät nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorschubvorrichtung durch eine mit Greifzangen (52) bestückte Linear-Schlittenvorrichtung (51) gebildet ist.
  - 50 23. Schweißgerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rollentrieb (55) auf der Linear-Schlittenvorrichtung (51) angeordnet ist.
  24. Schweißgerät nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schlittenvorrichtung (56) mit dem Rollentrieb (55) versehen ist und mit einem elektromotorisch betriebenen Spindeltrieb angetrieben wird.
  25. Schweißgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (32) der Linear-Schlittenvorrichtung (51) durch einen mit einem Druckmedium beaufschlagbaren Zylinder (54) erfolgt.
  - 55 26. Schweißgerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb (32) der Linear-Schlittenvorrichtung (51) durch einen Exzenterantrieb gebildet ist.

AT 409 832 B

HIEZU 5 BLATT ZEICHNUNGEN

5

10

15

20

25

30

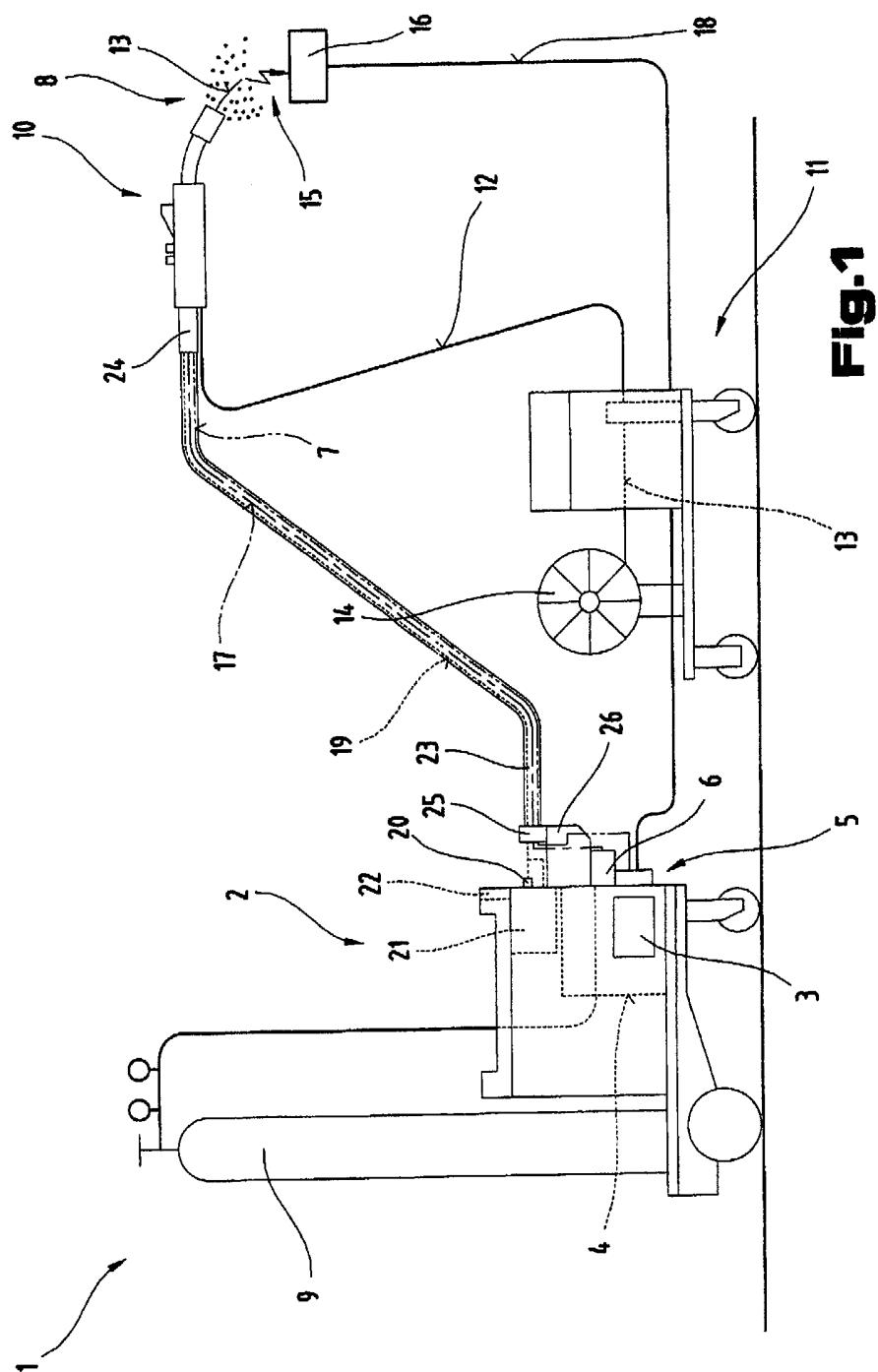
35

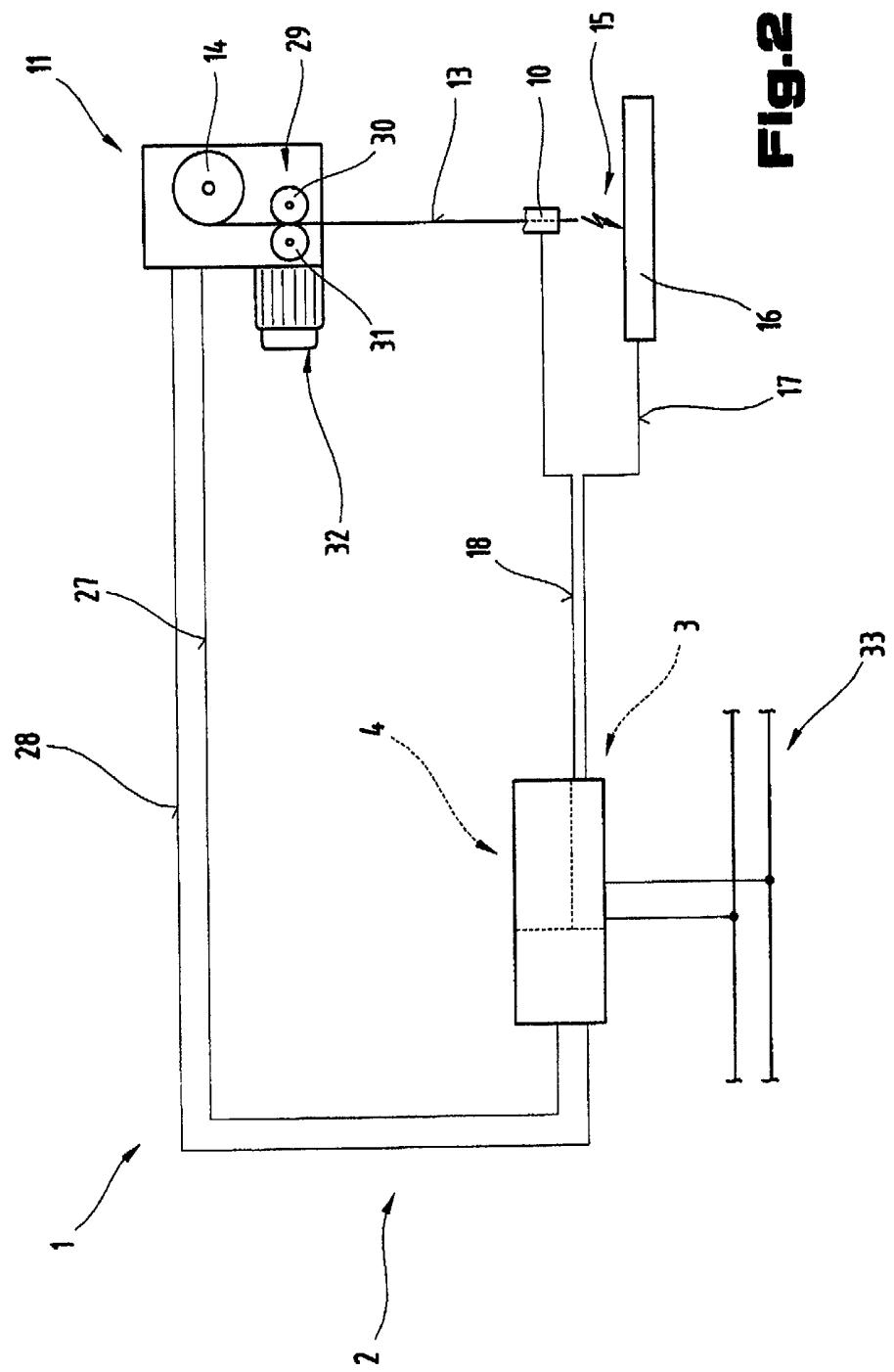
40

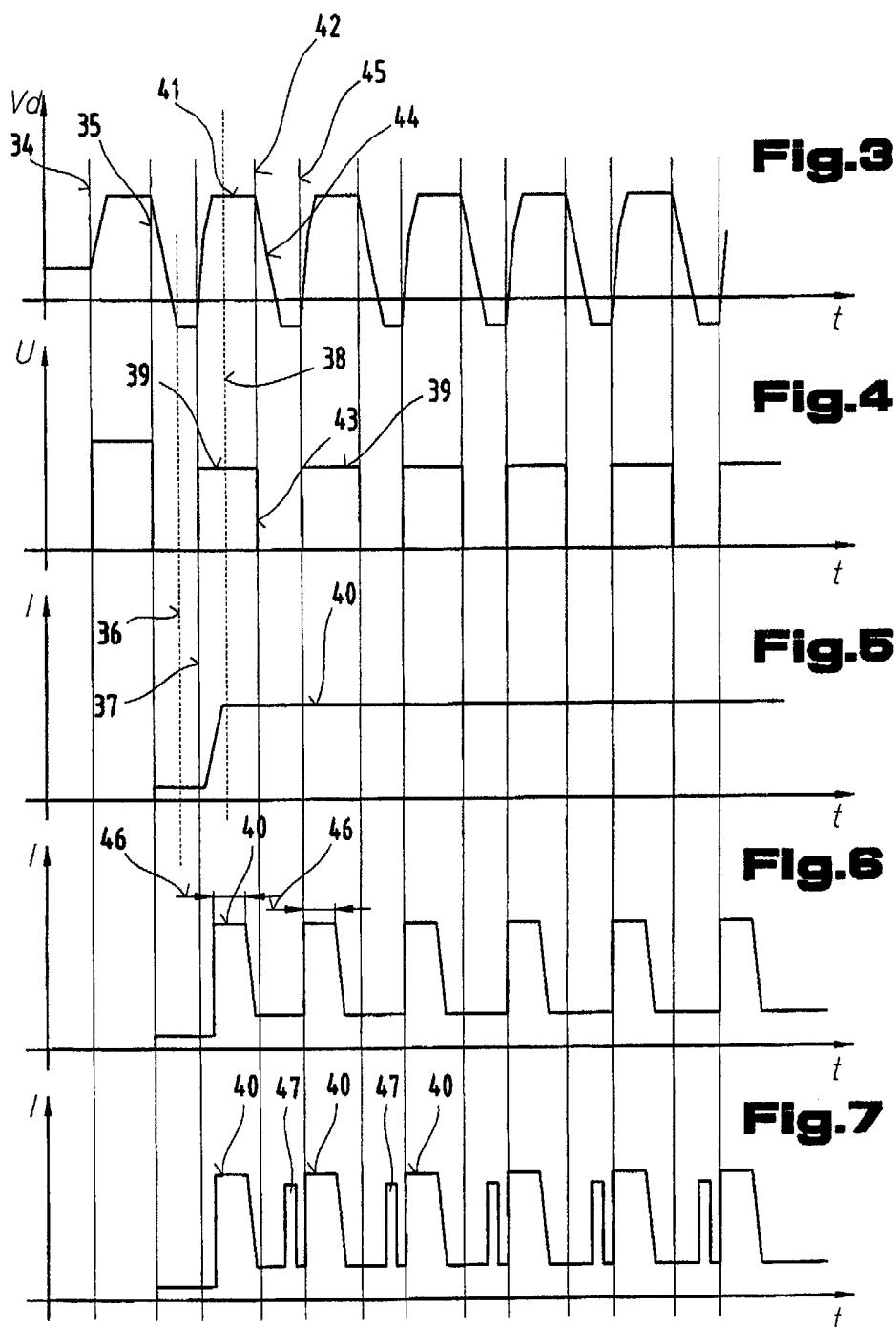
45

50

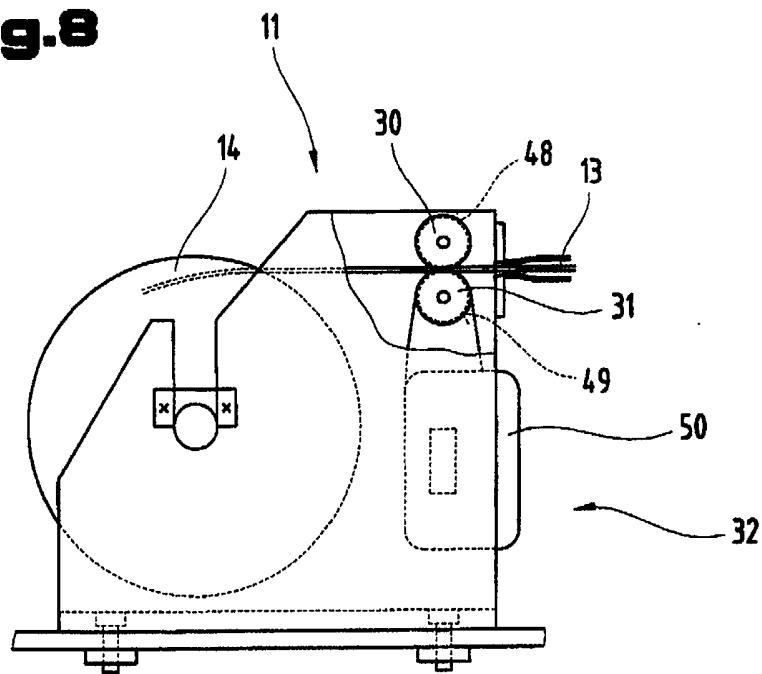
55



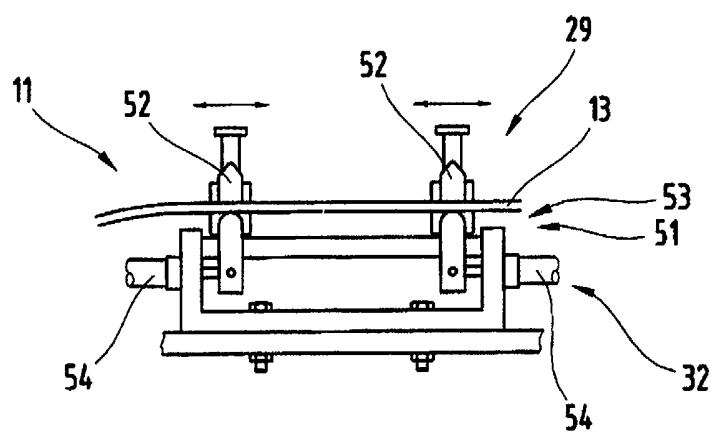




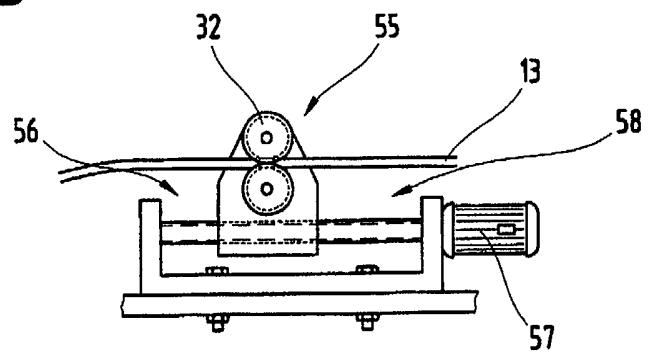
**Fig.8**



**Fig.9**



**Fig.10**



**Fig.11**

