

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 455/2008
(22) Anmeldetag: 25.03.2008
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2012

(51) Int. Cl. : **B23K 9/073** (2006.01)
H02M 7/44 (2006.01)

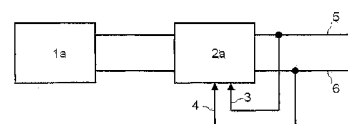
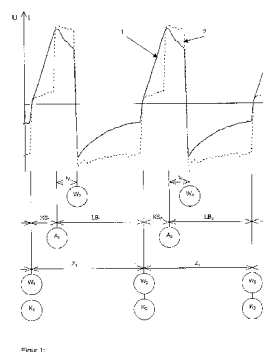
(30) Priorität:
02.04.2007 DE 102007016185 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 2006102695 A1
JP 11090628 A
JP 2005254274 A
JP 11156540 A
TAEJIN, K. ET AL.: "DEVELOPMENT OF A
POWER SUPPLY FOR THE PULSE MIG ARC
WELDING WITH THE CHANGES OF OUTPUT
CURRENT POLARITY"

(73) Patentinhaber:
SCHULER VOLKMAR DR. ING.
89075 ULM (DE)
RAUSCHER TONI
72531 HOHENSTEIN-BERNLOCH (DE)

(54) **VORRICHTUNG ZUM FÜGEN MIT EINEM KURZSCHLUSSEBEHAFTETEN MSG-PROZESS**

(57) Es wird eine Vorrichtung zum kurzschlussbehafteten Fügen mit einem MSG-Prozess mit abschmelzender Elektrode vorgeschlagen. Erfindungsgemäß sind Steuermittel vorgesehen, die in Abhängigkeit einer Messung einer bei einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess zyklisch variierenden physikalischen Größe (U , I), die Rückschlüsse auf einen Kurzschlussbeginn (K_1 , K_2 , K_3) und/oder ein Kurzschlussende (A_1 , A_2 , A_3) zulässt, einen Polaritätswechsel an der Elektrode einleiten. Im Vergleich zu reinen Gleichstrom-Prozessen ergibt sich damit eine anpassbare Wärmeeinbringung in das Werkstück sowohl bei konstanter als auch bei erhöhter Abschmelzleistung.



Figur 2

Beschreibung

VORRICHTUNG ZUM FÜGEN MIT EINEM KURZSCHLUSSBEHAFTETEN MSG-PROZESS STAND DER TECHNIK

[0001] Metallschutzgasschweißen und -löten (MSG-Schweißen und -Löten oder zusammengefasst MSG-Fügen) werden als Technik schon seit langer Zeit zum Verschweißen und Verlöten von zwei oder mehreren Fügepartnern sowie zum Auftragen von Schweißzusätzen und Loten verwendet. Dazu wird in einer Schutzgasatmosphäre ein Zusatzwerkstoff in Form eines Fülldrahtes, Massivdrahtes oder in Bandform in einem von einer elektrischen Energiequelle erzeugten Lichtbogen abgeschmolzen. Der Lichtbogen brennt hierbei zwischen dem Grundwerkstoff und dem abschmelzenden nachgeführten Draht, der die Elektrode darstellt.

[0002] Je nach verwendetem Zusatzwerkstoff und Schutzgas spricht man von Metallinertgasschweißen und -löten (MIG-Schweißen, MIG-Löten) oder von Metallaktivschweißen und -löten (MAG-Schweißen, MAG-löten). Zusammenfassend werden diese Verfahren als MSG-Prozesse bezeichnet.

[0003] Abhängig von Verfahrensparameter ergeben sich verschiedene Unterscheidungsmerkmale und Verfahren.

[0004] Es werden Kurzlichtbogen, Übergangslichtbogen, Sprühlichtbogen, Langlichtbogen, Rotationslichtbogen und Impulslichtbogen unterschieden.

[0005] Es können kurzschlussbehaftete Lichtbogenprozesse erzeugt werden, die zwei unterschiedliche Phasen, die sog. Lichtbogenbrennphase und die Kurzschlussphase aufweisen. In der Lichtbogenbrennphase wird die Elektrode, ein Zusatzwerkstoff aufgeschmolzen und berührt aufgrund eines wachsenden Tropfenvolumens am aufschmelzenden Zusatzwerkstoff und der weiteren Drahtzufuhr das Werkstück. Es kommt zum Kurzschluss. In dieser Kurzschlussphase wird der Tropfen durch einen ansteigenden Kurzschlussstrom noch weiter eingeschnürt und auch aufgrund der Oberflächenspannung in das Schmelzbad abgezogen. Durch eine durch die Trennung des Tropfens von dem noch festen Draht entstehende Lücke zündet der Lichtbogen erneut.

[0006] Charakteristisch für diesen Prozess ist ein Wechsel zwischen einer Lichtbogenbrennphase und einer Kurzschlussphase von jeweils sich durch den Prozess ergebenden Zeitdauern der Phasen. Der oben beschriebene Tropfenübergang beim Kurzlichtbogenprozess findet ausschließlich in der Kurzschlussphase statt. Bei anderen Lichtbogenarten treten mehr oder weniger große Anteile des Werkstoffübergangs auch in der Lichtbogenbrennphase auf.

[0007] Bislang werden kurzschlussbehaftete MSG-Prozesse überwiegend mit Gleichstrom betrieben. Dabei ist die Elektrode positiv und das Werkstück negativ gepolt. Es gibt jedoch auch Ausführungsformen, um einen Kurzlichtbogenprozess mit wechselnder Polarität zu realisieren. Die Polaritätswechsel werden durch eine Frequenz von außen vorgegeben.

[0008] Kurzschlussbehaftete MSG-Prozesse, die mit rein negativ gepolter Elektrode durchgeführt werden, sind nur für Fülldrähte bekannt. Bei Massivdrähten entsteht ein instabiler Prozess, der für sämtliche Fügeaufgaben nicht geeignet ist.

[0009] Der Prozess mit positiv gepolter Elektrode bringt beobachtungsgemäß mehr Wärme in das Werkstück (Schmelzbad) als der Prozess mit negativ gepolter Elektrode und kann geringere Mengen an Zusatzwerkstoff abschmelzen. Dafür lässt sich eine konstante Tropfenablösung bei einer positiv gepolten Elektrode erreichen.

AUFGABE UND VORTEILE DER ERFINDUNG

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kurzschlussbehafteten MSG-Prozess mit abschmelzender Elektrode zu verbessern.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0012] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige Weiterentwicklungen der Erfindung angegeben.

[0013] Die Erfindung geht von einer Vorrichtung zum Fügen mit einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess mit abschmelzender Elektrode aus. Der Kern der Erfindung liegt darin, dass Steuermittel vorgesehen sind, die in Abhängigkeit einer Detektion einer bei einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess zyklisch variierenden physikalischen Größe, die Rückschlüsse auf ein Kurzschlussende zulässt, einen Polaritätswechsel an der Elektrode in Abhängigkeit der Feststellung eines Kurzschlussendes einleiten. Dadurch werden die Vorteile einer plusgepolten Elektrode bezüglich einer regelmäßigen Tropfenablösung und die Vorteile einer negativ gepolten Elektrode bezüglich einer höheren Abschmelzleistung bei einem kälteren Werkstück verbunden, ohne eine zusätzliche Regelung außer der selbsttätigen inneren Regelung des Lichtbogenprozesses selbst zu verwenden.

[0014] Ein Polaritätswechsel wird nur bestimmt von einer zyklisch variierenden physikalischen Größe, die lediglich erfasst werden muss.

[0015] Es ist vorteilhaft, wenn die Steuermittel nach Ende eines Kurzschlusses eine negative Polarität an die Elektrode legen, die unmittelbar zum Detektionszeitpunkt oder nach einer vorgegebenen Verzögerungszeit eingeleitet werden kann.

[0016] Somit ist eine gesonderte Regelung der Lichtbogenlänge wie bei einem Prozess mit aufgeprägter Frequenz nicht notwendig.

[0017] Der Lichtbogenprozess kann bis auf die sich ändernde Polarität sozusagen seinen „natürlichen Gegebenheiten“ im Wesentlichen frei folgen.

[0018] Vorzugsweise wird ein Polaritätswechsel an der Elektrode innerhalb eines Zyklusses durchgeführt. Ein Zyklus ergibt sich aus einer Gesamtzeit von Kurzschlussphase und darauffolgender Lichtbogenbrennphase. Die Zyklusdauer ist dabei eine Funktion der nachstehenden Faktoren:

[0019] A. Charakteristik der Spannungs-kennlinie der Energiequelle zum Fügen mit dem MSG-Prozess

[0020] B. Verhalten der Übergangswiderstände zwischen der Drahtelektrode und dem Werkstück sowie dem Kontaktrohr und der Elektrode

[0021] C. Veränderungen in der Legierung der Drahtelektrode und/oder des Werkstücks

[0022] D. Veränderungen in der Oberflächenbeschaffenheit der Bauteile und der Drahtelektrode.

[0023] E. Änderungen des Abstands eines Kontaktrohres zum Werkstück

[0024] F. Änderungen in der Schweiß- bzw. Lötgeschwindigkeit

[0025] G. Änderungen der Schutzgaszusammensetzung

[0026] H. Änderungen der Umgebungsfaktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit, Luftbewegungen etc.

[0027] Da alle diese Faktoren Änderungen unterworfen sind, ergeben sich immer unterschiedlich lange Lichtbogenbrenn- und Kurzschlussphasen und damit unterschiedlich lange Zyklusdauern. Je kleiner die Differenz der einzelnen Zyklusdauern zueinander ist, desto gleichmäßiger ist der Prozess. Exakt gleiche Zyklusdauern können sich demnach nicht einstellen.

[0028] Um die unterschiedlichen Phasenzeiten und damit die innere Regelung des Prozesses nutzen zu können, werden die Umpolzeitpunkte und die Verweildauern in den einzelnen Polaritäten erfindungsgemäß durch charakteristische Merkmale innerhalb eines Zyklusses bestimmt. Das heißt, wenigstens ein Umpolzeitpunkt richtet sich nach einem wiederkehrenden Ereignis innerhalb einer Zyklusdauer. Der andere Umpolzeitpunkt kann nach Ablauf einer bestimmbar Zeit erfolgen oder durch ein anderes wiederkehrendes Ereignis innerhalb derselben Zyklusdauer.

er ausgelöst werden.

[0029] Es ist weiterhin denkbar, dass ein Polaritätswechsel nicht in jedem Zyklus vorgenommen wird.

[0030] Dieser Vorgehensweise liegt die Erkenntnis zugrunde, dass charakteristische wiederkehrende Merkmale bei einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess das Ende der Kurzschlussphase (entspricht dem Beginn der Lichtbogenbrennphase) ist. Das Ereignis führt dazu, dass sich physikalische Größen des Lichtbogenprozesses ändern.

[0031] Als Signalgeber für einen Umpolvorgang kann eine derartige physikalische Größe gemessen werden. Die Folgen sind Umpolvorgänge innerhalb eines Zyklusses, die keine feste Frequenz aufweisen, sondern prozessabhängig der inneren Regelung des Lichtbogenprozesses unterworfen sind.

[0032] Vorzugsweise ist die zu messende physikalische Größe die Lichtbogenspannung. Ausgewertet werden kann ein Spannungsanstieg, ein Spannungsabfall oder ein Über- oder Unterschreiten eines Spannungsschwellwertes. Aus dem Spannungsverlauf lässt sich das Kurzschlussende nach dem Auflösen des Kurzschlusses bestimmen.

[0033] Ebenfalls als physikalische Größe für den Vorgang des Umpolens kann der Stromverlauf erfasst werden. Auch hier lässt sich ein Stromverlaufsgradient oder das Über- oder Unterschreiten eines Stromschwellwertes auswerten.

[0034] Für die Einleitung eines Polaritätswechsels kann auch eine Größe herangezogen werden, die sich aus dem Strom und/oder der Spannung ableitet. Beispielsweise wird ein Leistungsschwellwert oder ein Leistungsgradient bestimmt und ausgewertet. Ebenso denkbar ist die Auswertung eines Impedanzschwellwertes oder eines Impedanzverlaufsgradienten.

[0035] Neben diesen Größen kann für eine Einleitung eines Polaritätswechsels ein optischer und/oder akustischer Effekt des kurzschlussbehafteten MSG-Prozesses ausgewertet werden.

[0036] Bei dieser Vorgehensweise macht man sich den Umstand zunutze, dass z.B. bei Auftreten des Kurzschlusses der Lichtbogen erlischt und daher eine Helligkeitsänderung an der Fügestelle eintritt. Das Erlöschen und Wiederzünden eines Lichtbogens ist darüber hinaus an einer charakteristischen Akustik erkennbar, die daher ebenfalls Rückschlüsse auf die interessanten Zyklusänderungen im kurzschlussbehafteten MSG-Prozess bietet.

[0037] Wenigstens ein Umpolzeitpunkt soll sich erfindungsgemäß nach einem wiederkehrenden Ereignis richten. Ein darauffolgender Polaritätswechsel kann vorzugsweise auch nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne nach einem durch eine physikalische Größe eingeleiteten Polaritätswechsel von Steuermitteln durchgeführt werden.

[0038] Analog dazu kann die Vorrichtung auch bei Energiequellen zum Fügen mit einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess eingesetzt werden, die mit einer äußeren Regelung arbeiten. Da bei diesen ebenfalls unterschiedlich lange Lichtbogenbrenn- und Kurzschlussphasen auftreten, wird die Detektion eines charakteristischen Merkmals als Signalgeber für einen Umpolvorgang notwendig.

[0039] Die Vorrichtung kann bereits eine Energiequelle zum Fügen mit dem MSG-Prozess mit umfassen.

[0040] Es ist allerdings auch denkbar, dass die Vorrichtung keine Energiequelle mit umfasst, jedoch in Verbindung mit einer separaten Energiequelle verwendet wird. Damit ist es möglich, die Vorrichtung einer bestehenden Energiequelle nachzuschalten und somit als Nachrüstschaltung eine konventionelle Energiequelle zu verbessern.

ZEICHNUNGEN

[0041] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der Zeichnungen nachstehend unter Angabe weiterer Vorteile und Einzelheiten näher erläutert.

[0042] Es zeigen

[0043] Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Strom- und Spannungsverlauf zwischen einer Elektrode und einem Werkstück bei Einsatz einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fügen mit einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess und

[0044] Fig. 2 in einem schematischen Schaltbild eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Fügen mit einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0045] In Fig. 1 sind die sich ergebenden Strom- und Spannungsverläufe 1, 2 zwischen Elektrode und Werkstück bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fügen mit einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess dargestellt.

[0046] In durchgezogener Linie ist der Stromverlauf 1 und in gepunkteter Linie der Spannungsverlauf 2 über die Zeit t aufgetragen.

[0047] In einer Kurzschlussphase KS_1 steht eine positive Polung an einer Elektrode an. Diese Polung erleichtert das Ablösen eines Tropfens vom Zusatzwerkstoff. Die Verweilzeit dieser Polung ist mindestens so lange wie es nötig ist, den Kurzschluss aufzulösen. Sie kann jedoch verlängert werden, um den Wärmeeintrag ins Schmelzbad bzw. ins Werkstück zu ändern.

[0048] Das Auflösen des Kurzschlusses zum Zeitpunkt A_1 wird erfasst durch die messbare Änderung einer zyklisch variierenden Messgröße, z.B. den Anstieg der Lichtbogenspannung U über einen vorgegebenen Spannungsschwellwert. Diese Prozessgröße wird als Auslösesignal verwendet, um einen Polaritätswechsel W_2 an der Elektrode durchzuführen. Es ist jedoch auch möglich, den Stromverlauf I auszuwerten.

[0049] Der Polaritätswechsel kann entweder sofort oder, wie in Fig. 1 dargestellt, mit einer vorgegebenen Verzögerungszeit t_v erfolgen. Nach dem Polaritätswechsel W_2 ist die Elektrode negativ gepolt. Die negative Polung wird dann bis zum Beginn der darauf folgenden Kurzschlussphase KS_2 beibehalten. Der Beginn K_2 der Kurzschlussphase ist gekennzeichnet durch die messbare Änderung einer zyklisch variierenden Prozessgröße, z.B. den Abfall der Lichtbogenspannung U unter einen vorgegebenen Spannungsschwellwert. Diese Prozessgröße kann daher als Auslösesignal verwendet werden, um einen erneuten Polaritätswechsel W_3 an der Elektrode zur ursprünglichen positiven Polarität durchzuführen. Es beginnt ein neuer Zyklus Z_2 .

[0050] Falls der wieder auftretende Kurzschluss W_3 früher auftritt als die Verzögerungszeit t_v abgelaufen ist, findet kein Polaritätswechsel zur negativen Polung an der Elektrode statt.

[0051] Da bei dieser Ausführungsform prozesstypisch unterschiedlich lange Lichtbogenbrenn- und Kurzschlussphasen auftreten, findet eine Ausregelung der Lichtbogenlänge nur durch die selbsttätige innere Regelung statt. Es ist somit keine gesonderte Regelung der Lichtbogenlänge nötig.

[0052] Die erforderlichen Bauteile zur Erkennung der charakteristischen wiederkehrenden Ereignisse innerhalb einer Zyklusdauer oder innerhalb mehrerer Zyklusdauern sowie die erforderlichen Bauteile, um einen Polaritätswechsel vornehmen zu können, lassen sich entweder in einer Energiequelle integrieren oder sie können als ein separates Gerät ausgestaltet sein, um dieses mit einer bereits existierenden Energiequelle, mit der es möglich ist, kurzschlussbehaftete MSG-Fügeprozesse durchzuführen, zu verbinden.

[0053] Bei der letzten Variante erfolgt eine Erweiterung einer existierenden Energiequelle, um einen weiteren Einstellparameter, der es möglich macht außer den schon vorhandenen Minimalparametern Spannungsstufe und zugehörige Drahtvorschubgeschwindigkeit die Wärmeeinbringung in das Schmelzbad bzw. das Werkstück durch einen Polaritätswechsel zu variieren.

[0054] Die Vorrichtung kann auch in Verbindung mit einer Energiequelle zum Fügen mit einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess verwendet werden, die eine äußere Regelung nutzt. Da auch hier unterschiedliche lange Zykluszeiten auftreten, muss für die Umpolvorgänge ebenfalls

auf ein charakteristisches Merkmal Bezug genommen werden.

[0055] In Fig. 2 ist das schematische Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum kurzschlussbehafteten Fügen mit dem MSG-Prozess gezeigt.

[0056] Es zeigt die Verschaltung einer Energiequelle 1a zum Fügen mit dem MSG-Prozess mit einer Vorrichtung 2a, die zum Erzeugen von Polaritätswechseln notwendig ist. An einem Anschluss 5 wird ein Brennerschlauchpaket nicht dargestellt angeschlossen und ein Rückstromkabel 6 führt zu einem Werkstück (nicht dargestellt). Durch Leitungen 3 und 4 können zyklisch wiederkehrende physikalische Größen gemessen werden, die der Vorrichtung 2a als Signalgeber für Polungswechsel dienen.

BEZUGSZEICHENLISTE:

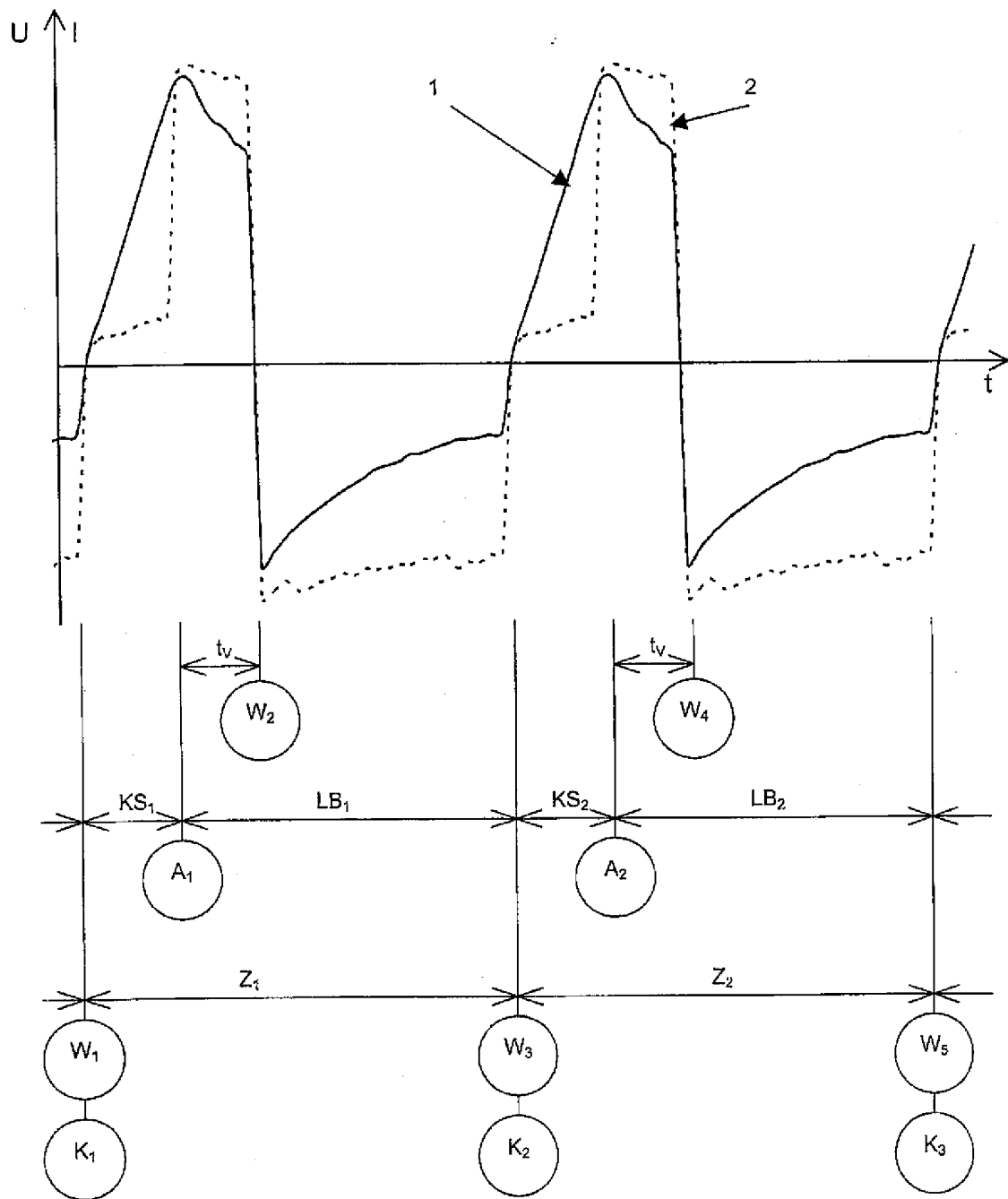
- 1 Stromverlauf
- 1a Energiequelle
- 2 Spannungsverlauf
- 2a Vorrichtung
- 3 Leitung
- 4 Leitung
- 5 Anschluss
- 6 Rückstromkabel

Patentansprüche

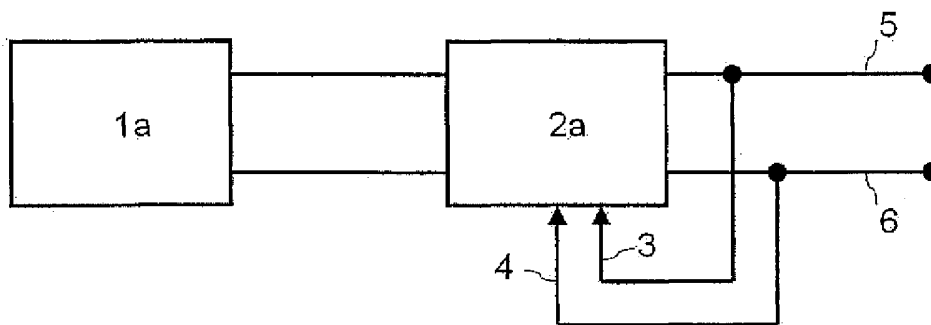
1. Vorrichtung zum kurzschlussbehafteten Fügen mit einem MSG-Prozess mit abschmelzender Elektrode, **dadurch gekennzeichnet**, dass Steuermittel vorgesehen sind, die in Abhängigkeit einer Messung einer bei einem kurzschlussbehafteten MSG-Prozess zyklisch variierenden physikalischen Größe (U, I), die Rückschlüsse auf ein Kurzschlussende (A_1 , A_2 , A_3) zulässt, einen Polaritätswechsel an der Elektrode in Abhängigkeit der Feststellung eines Kurzschlussendes einleiten.
2. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu messende physikalische Größe der Stromverlauf (I) ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu messende physikalische Größe der Spannungsverlauf (U) ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuermittel dazu ausgelegt sind, für die Einleitung eines Polaritätswechsels eine Größe heranzuziehen, die sich aus dem Strom-(I) und/oder dem Spannungsverlauf (U) ableitet.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuermittel ausgebildet sind, für die Einleitung eines Polaritätswechsels optische und/oder akustische Effekte des Prozesses auszuwerten.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuermittel ausgelegt sind, nach einem durch eine physikalische Größe (I, U) eingeleiteten Polaritätswechsel, die Polarität nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne erneut zu wechseln.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuermittel derart ausgebildet sind, einen Polaritätswechsel erst nach Ablauf einer Verzögerungszeit (t_v) vorzunehmen.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung eine Energiequelle zum Fügen mit dem MSG-Prozess bereits mit umfasst.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Verbindung mit einer separaten Energiequelle zum Fügen mit dem MSG-Prozess ausgelegt ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen



Figur 1: Erfindungsgemäßer Strom- und Spannungsverlauf



Figur 2