



(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2012 013 015.3**

(22) Anmeldetag: **15.10.2012**

(47) Eintragungstag: **01.08.2014**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **11.09.2014**

(51) Int Cl.: **B23K 9/095 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
13/273,859 **14.10.2011** **US**

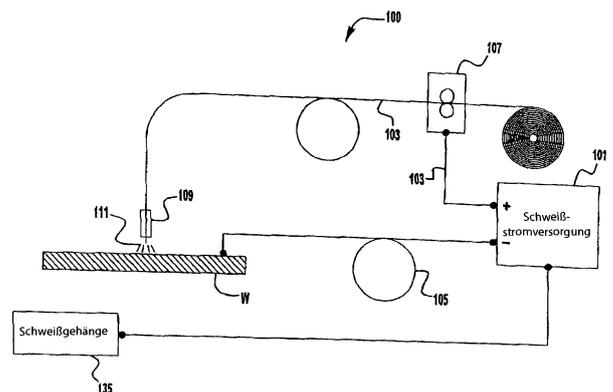
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**LINCOLN GLOBAL, INC., City of Industry, Calif.,
US**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Grosse, Schumacher, Knauer, von Hirschhausen,
45133 Essen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Echtzeit-Induktivitätsüberwachung in einer Schweiß- und Schneidstromversorgung**

(57) Hauptanspruch: Schweiß- oder Schneidstromversorgung (101), die Folgendes umfasst:
einen ersten Ausgangsanschluss (113);
einen zweiten Ausgangsanschluss (115);
ein Stromkomponentenmodul (121), das sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Ausgangsanschluss (113, 115) gekoppelt ist und ein Ausgangssignal durch den ersten und/oder den zweiten Anschluss (113, 115) ausgibt; wobei das Ausgangssignal ein Gleichstromsignal, ein Wechselstromsignal oder ein Signal mit variabler Polarität sein kann;
eine erste Zuleitung (103), die mit dem ersten Anschluss (113) gekoppelt ist;
eine zweite Zuleitung (105), die mit dem zweiten Anschluss (115) gekoppelt ist;
einen Spannungsdetektionskreis (117), der eine reflektierte Spannung an dem ersten und dem zweiten Ausgangsanschluss (113, 115) während einer Schweiß- oder Schneidoperation detektiert;
einen Komparatorschaltkreis, der die reflektierte Spannung mit einer Schwellenspannung vergleicht; und
ein Benutzerdisplay (125), das ein Resultat des Vergleichs zwischen der reflektierten Spannung und der Schwellenspannung für einen Nutzer der Stromversorgung (101) anzeigt,
wobei die reflektierte Spannung durch eine Induktivität verursacht wird, wenn ein Ausgangsstrom des Stromkomponentenmoduls (121) geändert wird, und
wobei die Schwellenspannung eine Ausgangsspannungsgrenze für das Stromkomponentenmodul (121) ist.



Beschreibung

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Verfahren und Systeme gemäß der vorliegenden Erfindung betreffen Schweiß- und Schneidstromversorgungen und betreffen insbesondere Schweiß- und Schneidstromversorgungen, die ihre Induktivität überwachen können.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Im Zuge der technischen Weiterentwicklung von Schweiß- und Schneidstromversorgungen ist es gelungen, die Stromversorgungen für komplexere Schweißarbeiten geeignet zu machen, die oft komplexe Schweißwellenformen erfordern, einschließlich hoher Strom- und Spannungsanstiegsraten. Jedoch kann aufgrund der Eigenart von Stromversorgungen und des Schweißvorgangs ein signifikanter Betrag an Induktivität im Schweißstromkreis vorliegen, der von der Stromversorgung selbst, dem Werkstück und den Schweißkabeln kommen kann. Es sind Stromversorgungen entwickelt worden, die in der Lage sind, die in der Stromversorgung inhärente Induktivität zu steuern oder zu handhaben. Weil sich jedoch die Stromversorgung nicht immer in der Nähe eines Schweißvorgangs befindet, lässt sich die Induktivität, die aufgrund langer Schweißkabel und vom Werkstück erzeugt wird, nur schwieriger bewältigen. Wenn die Schweißkabel zu lang werden, so kann diese Induktivität die Funktion der Stromversorgung beeinträchtigen oder ihre Leistung schmälern.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0003] Ausführungsformen der Erfindung enthalten eine Schweiß- oder Schneidstromversorgung mit einem ersten und einem zweiten Ausgangsanschluss, wobei ein Stromkomponentenmodul sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Ausgangsanschluss gekoppelt ist und ein Ausgangssignal durch den ersten und den zweiten Anschluss ausgibt. Eine positive Zuleitung ist mit dem ersten Anschluss gekoppelt, und eine zweite Zuleitung ist mit dem zweiten Anschluss gekoppelt. Es gibt auch einen Spannungsdetektionskreis, der eine Ausgangsspannung an dem ersten und dem zweiten Ausgangsanschluss während einer Schweiß- oder Schneidoperation detektiert, und einen Komparatorschaltkreis, der die detektierte Spannung mit einer Schwellenspannung vergleicht. Ein Benutzerdisplay ist enthalten, das ein Resultat des Vergleichs zwischen der detektierten Spannung und der Schwellenspannung für einen Nutzer der Stromversorgung anzeigt. Weitere Ausführungsformen und Aspekte der Erfindung sind in der Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen dargelegt.

[0004] Die oben dargelegten und/oder weitere Aspekte und Merkmale und Ausführungsformen der Erfindung werden besser verstanden, indem beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung im Detail mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden, in denen Folgendes zu sehen ist:

[0005] Fig. 1 ist eine schaubildhafte Darstellung eines Schweißsystems gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0006] Fig. 2 ist eine schaubildhafte Darstellung einer Stromversorgung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0007] Fig. 3 ist eine schaubildhafte Darstellung einer Benutzerschnittstelle gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0008] Fig. 4A und Fig. 4B sind schaubildhafte Darstellungen von Spannungs- und Stromwellenformen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON BEISPIELHAFTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0009] Im Folgenden werden nun beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezug auf die beiliegenden Figuren beschrieben. Die beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen sollen das Verstehen der Erfindung unterstützen und sind nicht dazu da, den Geltungsbereich der Erfindung in irgend einer Weise einzuschränken. Gleiche Bezugszahlen bezeichnen stets gleiche Elemente.

[0010] Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Schweißsystems **100** der vorliegenden Erfindung. Das in dieser Figur gezeigte System **100** ist ein Schweißsystem. Jedoch sind Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht auf ein Schweißsystem beschränkt und können auch ein Schneidsystem (wie zum Beispiel ein Plasmaschneidsystem) sein. In dieser Spezifikation kann der Begriff „Schweißsystem“ verwendet werden, aber nur zu dem Zweck, die Besprechung zu vereinfachen; und es versteht sich, dass Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung auch in Schneidsystemen verwendet werden können, die ähnlich aufgebaut sind und funktionieren wie ein Schweißsystem.

[0011] Das Schweißsystem **100**, das ein Lichtbogenschweißsystem sein kann, enthält eine Stromversorgung **101**, die durch die Schweißzuleitungen **103** und **105** ein Schweißsignal an ein Werkstück **W** ausgibt. Das Schweißsignal hat einen Strom und eine Spannung und kann jede Art von Schweißsignal sein, das einen Wechsel des Stroms von einem Pegel zu einem anderen erfordert. Zum Beispiel kann das Signal ein Impulsschweißsignal sein,

das sich während des Schweißens von einem Hintergrundpegel zu einem Spitzenpegel ändert, oder eine ihre Polarität wechselnde Wellenform, die sich mit einer bekannten Rate von einer Polarität zur anderen ändert. Der Strom der Stromversorgung **101** wird über eine Kontaktspitze **109** zu einer Elektrode **111** geleitet, um einen Lichtbogen zwischen der Elektrode **111** und dem Werkstück zu erzeugen. Wie in Schweißsystemen üblich, ist die positive Zuleitung **103** mit einer Drahtzuführvorrichtung **107** gekoppelt, die dann den Schweißstrom durch ein Schweißkabel zu der Kontaktspitze **109** weiterleitet. In einer solchen Konfiguration ist die Gesamtlänge der positiven Zuleitung **103** eine Kombination der Verbindung von der Stromversorgung **101** zu der Drahtzuführvorrichtung **107** und von der Drahtzuführvorrichtung **107** zu der Kontaktspitze **109**. Natürlich kann die Zuleitung **103** auch direkt mit der Kontaktspitze **109** gekoppelt sein. Des Weiteren beziehen sich die vorliegende Besprechung und die Figuren zwar allgemein auf einen Gas-Metall-Lichtbogenschweiß (GMAW)-Prozess und zeigen einen solchen, aber diese Darstellung und Besprechung sollen lediglich beispielhaft sein. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können in Schweißsystemen implementiert werden, die verschiedene Arten von Schweißoperationen ausführen, wie zum Beispiel FCAW, SAW, TIG usw., und können in Plasmaschneidsystemen verwendet werden.

[0012] In Fig. 1 sind die Schweißzuleitungen **103** und **105** so gezeigt, dass sie recht lang sind, da das Werkstück W in einer großen Entfernung zur Stromversorgung positioniert werden kann. Zum Beispiel können die Zuleitungen **103/105** in einigen industriellen Anwendungen eine Länge von mindestens 100 feet haben. Solche großen Längen können in erheblichem Maße die Induktivität eines Schweißstromkreises erhöhen.

[0013] Die Stromversorgung **101** hat, wie alle Schweiß- (und Schneid-)Stromversorgungen, eine Strom- und Spannungsabgabe-Obergrenze, die von ihrem inhärenten Design abhängt. Diese Begrenzung kann Teil des Hardwaredesigns der Stromquelle sein oder kann Teil eines Schutzschaltkreises im Steuerungssystem der Stromquelle sein. Natürlich variiert diese Grenze in Abhängigkeit von der Art, dem Design und der Größe der Stromversorgung, aber jede Stromversorgung hat Abgabegrenzen. Wenn die Leistung, die durch den Schweiß- oder Schneidprozess abverlangt wird, über die Grenzen der Stromquelle **101** hinaus geschoben wird, so wird die tatsächliche Schweiß-/Schneidausgangsleistung begrenzt, und die Schweiß-/Schneideigenschaften verschlechtern sich.

[0014] Viele moderne Schweißprozesse sind durch zwei oder mehr Strompegel mit definierten Anstiegsraten definiert, um einen Übergang zwischen den

Strompegeln zu bewerkstelligen. Zum Beispiel gibt es beim Impulsschweißen einen definierten hohen Spitzenstrompegel und einen definierten niedrigeren Hintergrundpegel zusammen mit einer Anstiegsrate und einer Abstiegsrate, wodurch definiert wird, wie schnell sich der Strom zwischen diesen Pegeln ändert. Als ein zweites Beispiel gibt es in einem System mit variabler Polarität einen positiven Strompegel und einen negativen Strompegel zusammen mit einer definierten Anstiegsrate, um einen Übergang zwischen den zwei Polaritäten zu bewerkstelligen.

[0015] In vielen Anwendungen muss die Stromquelle, aus einer Reihe von Gründen, in einem Abstand vom tatsächlichen Arbeitspunkt angeordnet sein. Lange Elektrodenkabel **103/105** werden verwendet, um Strom von der Stromquelle zu dem Werkstück W und der Drahtzuführvorrichtung **107** zu übertragen. Wenn diese Elektrodenzuleitungen **103/105** länger werden, so können sie die Induktivität des Gesamtschweißstromkreises erhöhen. Diese erhöhte Induktivität kann eine Spitze in der Ausgangsspannung verursachen, denn der Strom steigt an, und diese Spannungsspitze tritt oft ein, kurz bevor sich der Strom auf dem gewünschten Spitzenstromausgang einpegelt. Diese Spannungsspitze kann als reflektierte Spannung bezeichnet werden, da sie im Wesentlichen ein Produkt der Änderung des Stroms ist, der aufgrund der Schaltkreisinduktivität zu der Stromversorgung **101** zurück reflektiert wird. Somit ist die reflektierte Spannung im Wesentlichen die Spannung, die an den Ausgangspolen der Maschine während des Schweißens anliegt, was ein Ergebnis der Induktivität des Schweißsystems ist. Mit der erhöhten Induktivität aufgrund langer Schweißzuleitungen kann diese reflektierte Spannung dazu führen, dass die Ausgangsspannung die gewünschte oder technisch vorgesehene Ausgangsspannungsschwelle der Stromversorgung **101** erreicht oder übersteigt. Diese reflektierte Spannung oder Spannungsspitze versteht man besser, wenn man bedenkt, dass die Spannung = $(L \times (di/dt) + I \times R_{(\text{Kabel} + \text{Lichtbogen})})$, wobei L die Induktivität der Schweißkabel ist, di/dt die Stromanstiegsrate (A/ms) ist, R der kombinierte Widerstand des Lichtbogens und der Schweißkabel ist und I der Strom ist. Schnelle Anstiegsraten (großes di/dt), die Schweißstromkreise mit langen Schweißkabeln (großes L) aufgedrückt werden, erzeugen hohe Spannungsspitzen. Dies macht sich besonders bemerkbar, wenn hohe Spitzenströme (großes I) erforderlich sind. Der sich addierende Effekt von hoher Induktivität und hohem Strom verstärkt die beobachtete Spannung. In der obigen Gleichung werden die Rate der Änderung des Stroms (di/dt) und die Rate der Änderung des Stroms (I) beide durch die verwendete Schweißkennlinie oder den verwendeten Schweißmodus definiert. Verschiedene Schweißmodi definieren verschiedene Anstiegsraten und verschiedene Strompegel. Die Induktivität (L) und der Widerstand (R) sind Teil des verwendeten Schweiß-

stromkreises. In Abhängigkeit von dem verwendeten Schweißmodus (der die Anstiegsrate und den Strompegel definiert) können die Induktivität und der Widerstand in dem Schweißstromkreis unter Umständen die Ausgangsspannung über die Sollgrenzen der Stromquelle hinaus anheben.

[0016] Einige wenige moderne Stromversorgungen sind in der Lage, einen Diagnosetest durchzuführen, um die inhärente Induktivität und den inhärenten Widerstand des Schweißsystems zu bestimmen. Jedoch sind diese Tests statische Tests und nicht dafür gedacht, die Induktivität eines Schweißstromkreises in Echtzeit während des Schweißens (oder Schneidens) zu überwachen, um es einem Nutzer zu ermöglichen zu überwachen, wie sich die Systeminduktivität auf das Leistungsverhalten des Systems auswirkt. In Abhängigkeit von dem verwendeten aktiven Schweißmodus und den erforderlichen tatsächlichen Anstiegsraten und Strompegeln geben statische Tests nur wenig Auskunft über die tatsächlichen Betriebsbedingungen, die bewältigt werden. Beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung stellen eine solche Überwachung und Rückmeldung bezüglich der Induktivität bereit.

[0017] Wie in **Fig. 2** gezeigt, hat die Stromversorgung **101** einen Echtzeit-Spannungsüberwachungsschaltkreis **117**, der die Ausgangsspannung der Stromversorgung **101** an seinen positiven und negativen Anschlüssen **113/115** überwacht. In beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist dieser Überwachungsschaltkreis **117** nicht der gleiche Schaltkreis, der ansonsten dafür verwendet wird, die Lichtbogenspannung des Schweiß- oder Schneidprozesses zu überwachen. Alternativ kann ein existierender Spannungsüberwachungsschaltkreis in der Stromversorgung verwendet werden; jedoch muss der Schaltkreis einer sein, der die Induktivität des gesamten Schweiß-/Schneidschaltkreises überwacht. Auf diese Weise berücksichtigt die detektierte Spannung den Einfluss der Schweißkabel.

[0018] In einigen beispielhaften Ausführungsformen überwacht der Spannungsüberwachungsschaltkreis **117** die Ausgangsspannung die ganze Zeit, während der Schaltkreis **117** in anderen Ausführungsformen nur die Spannung während des Übergangs des Stroms von einem Hintergrundpegel zu einem Spitzenpegel überwacht, zum Beispiel während des Beginns eines Schweißimpulses. In anderen beispielhaften Ausführungsformen überwacht der Spannungsüberwachungsstromkreis **117** nur die Spannung, wenn die Stromanstiegsrate (di/dt) einen Schwellenwert übersteigt. Wenn zum Beispiel bei einer bestimmten Stromversorgung **101** die Stromanstiegsrate unterhalb eines Schwellenwertes liegt, so ist die Induktivität des Schweißstromkreises nicht so kritisch und braucht darum nicht überwacht zu

werden. Dagegen ist, wenn die Anstiegsrate oberhalb der Schwelle liegt, eine Überwachung der Induktivität wichtiger. In einigen beispielhaften Ausführungsformen ist die Anstiegsratenschwelle vorgegeben und eine Funktion der Konstruktion der Stromversorgung, während in anderen Ausführungsformen die Anstiegsratenschwelle eine Funktion des ausgeführten Schweißvorgangs ist, und dieser kann in Abhängigkeit von der ausgeführten Schweißung variieren.

[0019] Die Stromversorgung **101** enthält einen Reglerschaltkreis **123**, der allgemein die Operation der Stromversorgung **101** steuert, einschließlich der Ausgangsleistungskomponenten **121**, welche die Ausgangsleistung bereitstellen. Die Ausgangsleistungskomponenten **121** können jede bekannte Konstruktion haben und können von der Art einer Transformator- oder Wechselrichterstromversorgung sein. Die vorliegende Erfindung ist in dieser Hinsicht nicht beschränkt. Der Regler **123** kann einen Speicher haben, der die zuvor festgelegte Anstiegsratenschwelle für die Stromversorgung **101** enthält, oder kann eine Nachschlagetabelle oder ein ähnliches Mittel haben, um eine Anstiegsratenschwelle anhand einer Benutzereingabe für einen Schweißvorgang zu bestimmen. In einigen beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung liegt die Anstiegsratenschwelle bei oder oberhalb 400 A/ms. In einer anderen beispielhaften Ausführungsform liegt die Anstiegsratenschwelle bei oder oberhalb 250 A/ms. Natürlich wird in anderen Ausführungsformen die Anstiegsratenschwelle nicht verwendet, und das System überwacht unablässig die Systeminduktivität, um die benötigte Rückmeldung bereitzustellen.

[0020] Es versteht sich des Weiteren, dass die obige Besprechung der Anstiegsrate nicht auf eine positive Anstiegsrate beschränkt ist, wobei der Strom von einer niedrigen positiven Polarität aus zunimmt und auf einen höheren positiven Strom ansteigt, sondern auch Anstiegsraten enthalten soll, wo Strom von einem Spitzenstrom zu einem anderen Spitzenstrom übergeht, wie bei Wechselstromschweißwellenformen und Wellenformen mit variabler Polarität, und enthält auch negative Steigungen. Das heißt, die oben besprochenen Anstiegsratenwerte sind absolute Werte der Anstiegsrate.

[0021] Der Regler **123** enthält auch die Ausgangsspannungsschwelle für die Stromversorgung **101**. Diese Schwelle ist in der Regel zuvor festgelegt und ist eine Funktion der Konstruktion der Stromversorgung **101**. Somit ist in beispielhaften Ausführungsformen diese Ausgangsspannungsschwelle ein durch den Hersteller der Stromversorgung vorprogrammierter Wert. Die Schwellenspannung kann anhand vieler verschiedener Parameter bestimmt werden, aber ist im Wesentlichen ein Spannungspegel, der während des Betriebes am besten nicht überschritten wird,

da dies die Leistung oder Funktion der Stromversorgung beeinträchtigen kann. Während des Betriebes vergleicht der Regler **123** (oder ein ähnlicher Schaltkreis) die aus dem Schaltkreis **117** detektierte Spannung und informiert auf der Basis dieses Vergleichs einen Nutzer (durch eine Benutzerschnittstelle **125**) über die Systeminduktivität, so dass der Nutzer eine Entscheidung bezüglich des Schweißvorgangs treffen kann. Dies wird unten noch ausführlicher besprochen. Wie oben dargelegt, kann dieser Spannungsvergleich während des gesamten Schweißvorgangs ausgeführt werden oder braucht nur während diskreter Abschnitte des Schweißprozesses stattzufinden, zum Beispiel entweder, wenn die Stromanstiegsrate eine Schwelle übersteigt, oder wenn der Strom von einem Hintergrundpegel auf einen Spitzenpegel ansteigt, oder wenn sich die Polarität in einem System mit variabler Polarität ändert. In einigen beispielhaften Ausführungsformen werden die Spannungsvergleichsdaten in einer Speichervorrichtung in dem Regler **123** aufgezeichnet, dergestalt, dass ein Nutzer die Induktivitätsdaten zu irgend einer Zeit nach dem Schweißvorgang begutachten kann. In beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beträgt die Abtast-/Detektionsrate der Spannung mindestens 10 kHz. In anderen beispielhaften Ausführungsformen liegt die Detektions-/Abtastrate im Bereich von 100 bis 200 kHz.

[0022] In anderen beispielhaften Ausführungsformen kann der Spannungsvergleich durch einen Komparatorschaltkreis außerhalb des Reglers **123** erfolgen, wo das Vergleichsergebnis dann an den Regler **123** übermittelt wird.

[0023] Fig. 3 zeigt eine beispielhafte Benutzerschnittstelle **125** für die Stromversorgung **101**. Die Benutzerschnittstelle **125** enthält in der Regel mehrere Schweißeingabebedienelemente **126**, wie zum Beispiel für die Drahtzufuhrgeschwindigkeit, die Spannung, den Strom usw. Diese Bedienelemente sind typisch, und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in dieser Hinsicht nicht beschränkt. Die beispielhafte Benutzerschnittstelle **125** hat außerdem ein Induktivitätsdisplay **127**, das Informationen über die Systeminduktivität anzeigt, die es einem Nutzer erlauben würden, die Systemleistung zu überwachen und zu bestimmen, wenn eine Änderung vorgenommen werden sollte, wie zum Beispiel eine Änderung der Länge der Kabel **103/105**. Das Induktivitätsdisplay **127** ist so mit dem Regler **123** gekoppelt, dass die Spannungsvergleichsdaten von dem Regler auf dem Display **127** angezeigt werden können. In beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung hat das Display **127** mindestens einen Nutzer-Warnindikator. Wenn also die detektierte Spitzenspannung einen Nutzer-Warnpegel erreicht oder übersteigt, so wird ein Warnhinweis auf dem Displays **127** angezeigt, um dem Nutzer zu zeigen, dass die Induktivität des Schweiß-

stromkreises bewirkt, dass sich die Stromversorgung einer Systemschwelle nähert oder diese übersteigt.

[0024] In der in Fig. 3 gezeigten beispielhaften Ausführungsform hat das Display **127** mehrere Anzeigestufen, die an einen Nutzer relative Daten bezüglich der Leistung der Stromversorgung **101** übermitteln. Wie in Fig. 3 gezeigt, hat das Display **127** drei Anzeigestufen, und zwar: OPTIMUM **129**, AKZEPTABEL **131** und GEFAHR **133**. Des Weiteren ist jede der Anzeigestufen in weitere Anzeigestufen unterteilt. Natürlich soll die Darstellung in Fig. 3 lediglich beispielhaft sein, und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind nicht auf diesen Anzeigemechanismus beschränkt.

[0025] In Fig. 3 hat jede der Anzeigestufen **129**, **131** und **133** einen eigenen Identifikator, der eine Farbe, ein Muster usw. sein kann. In dem Display **127** kann zum Beispiel die OPTIMUM-Stufe eine grüne Farbe verwenden, die AKZEPTABEL-Stufe kann eine gelbe Farbe verwenden, und die GEFAHR-Stufe kann eine rote Farbe verwenden. Dadurch kann ein Nutzer auf einfache Weise das Leistungsverhalten der Stromversorgung **101** bestimmen.

[0026] Während des Schweißens vergleicht der Regler **123** die Spannung des Schaltkreises **117** mit einer Schwellenspannung und lässt anhand dieses Vergleichs die entsprechende Region in dem Display aufleuchten. Das heißt, wenn sich die Ausgangsspannung in einem ersten Prozentbereich des Schwellenwertes befindet, so leuchtet eine erste Region auf; wenn sich die detektierte Spannung in einem zweiten Prozentbereich der Schwellenspannung befindet, so leuchtet eine zweite Region auf; und wenn die Ausgangsspannung sich oberhalb des zweiten Prozentbereichs befindet, so leuchtet eine dritte Region auf. In einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranlasst der Regler **123**, wenn die detektierte Spannung bei oder unter 75% der Schwellenspannung liegt, dass die erste Region **129** auf dem Display **127** aufleuchtet. Die Anzahl der Balken, die in der Region **129** aufleuchten, ist eine Funktion der jeweiligen Prozentdifferenz. Das heißt, wenn die detektierte Differenz nahe bei 75% liegt, dann leuchten alle drei Balken in der Region **129** auf. Wenn des Weiteren die detektierte Differenz im Bereich von 75 bis 95% der Schwelle liegt, dann leuchten mindestens einige der Balken in der Region **131** auf. Und schließlich leuchten, wenn die Spannung oberhalb 95% der Schwelle liegt, mindestens einige der Balken in der Region **133** auf. Dies ist ein eindeutiger Hinweis an den Nutzer, wie sich die Systeminduktivität auf den Schweißvorgang auswirkt.

[0027] In anderen beispielhaften Ausführungsformen ist es nicht notwendig, einen Prozentvergleich zu verwenden, aber es können andere Vergleichsmit-

tel verwendet werden. Anstatt beispielsweise einen einzigen Schwellenwert in dem Regler **123** zu speichern, kann der Regler **123** einfach eine Anzahl von Schwellenspannungswerten haben oder bestimmen. Die Funktionsweise würde ähnlich wie die sein, die oben beschrieben wurde, außer dass kein Prozentsatz des Schwellenwertes zum Bestimmen der richtigen Anzeige auf dem Display **127** verwendet wird, sondern der Regler die detektierte Spannung mit den bestimmten oder programmierten Spannungspegeln vergleicht und die entsprechende Anzeige vornimmt. Zum Beispiel lässt der Regler die Region **129** aufleuchten, wenn die Spannung geringer als 45 Volt ist, lässt die Region **131** aufleuchten, wenn der Ausgang im Bereich von 45 bis 55 Volt liegt, und lässt die Region **133** aufleuchten, wenn die Spannung über 55 Volt liegt. Es wird in Betracht gezogen, dass diese Spannungsbereiche auf der Leistungsfähigkeit der Stromquelle basieren. Der Grund dafür ist, dass eine andere Stromquelle, die die gleiche Wellenform ausgibt, aber eine andere Leistungsfähigkeit in Verbindung mit dem Betriebsbereich besitzt, möglicherweise keine Leistungsprobleme hat. Zum Beispiel kann – im Vergleich zu dem obigen Beispiel – eine andere Stromquelle Spannungspegel von bis zu 53 Volt, innerhalb des Bereichs von 53 bis 62 Volt und oberhalb 62 Volt für die verschiedenen Schwellen haben. Es können noch weitere Alternativen verwendet werden, ohne vom Geltungsbereich oder Geist der vorliegenden Anmeldung abzuweichen.

[0028] In einigen beispielhaften Ausführungsformen kann die Benutzerschnittstelle **127** einen Induktivitätsüberwachungsschalter **128** haben. Dieser Schalter erlaubt es dem Nutzer, die Überwachungsfunktion ein- oder auszuschalten. Wenn zum Beispiel die Kabel **103/105** kurz sind, so interessiert den Nutzer die Induktivitätsüberwachung möglicherweise nicht und kann die Funktion deaktivieren. Wenn der Nutzer Kabel **103/105** verwendet, die länger als normal sind, dann kann der Nutzer gleichermaßen die Überwachung einschalten, um zu bestimmen, ob der Schweißvorgang innerhalb der normalen Betriebsgrenzen stattfindet.

[0029] In anderen beispielhaften Ausführungsformen kann der Regler **123** eine Notabschaltswelle haben, wo, wenn die detektierte Spannung oberhalb einer bestimmten maximalen akzeptablen Schwelle liegt, der Regler **123** veranlasst, dass die Stromkomponenten **121** sich abschalten und kein Ausgangssignal mehr erzeugen.

[0030] In anderen beispielhaften Ausführungsformen kann eine Displayvorrichtung **127** zusätzlich oder alternativ an einer Drahtzuführvorrichtung **107** oder an einer Schweißzange, welche die Kontaktspitze **109** hält (nicht gezeigt), bereitgestellt werden. Weil sich der Nutzer während Schweißoperationen wahrscheinlich an einer entfernten Position befindet,

ermöglicht ein Display **127** an der Schweißzange oder der Drahtzuführvorrichtung **107** es dem Nutzer, die Induktivität zu überwachen, während er sich in einer Entfernung zu der Stromversorgung befindet. Alternativ kann ein ähnliches Display **127** an einem Schweißgehänge **135** angeordnet sein (siehe **Fig. 1**). Die Verwendung von Schweißgehängen **135** ist in der Schweißindustrie bekannt und gestattet den räumlich abgesetzten Betrieb von Schweißstromversorgungen und/oder Drahtzuführvorrichtungen. Somit kann ein Gehänge **135** das Display **127** aufweisen, um es dem Nutzer zu ermöglichen, die Induktivität zu überwachen, während er in einer Entfernung von der Stromversorgung schweißt. Das Gehänge **135** kann mit der Stromversorgung entweder über eine verdrahtete oder eine drahtlose Verbindung gekoppelt sein.

[0031] Darum überwachen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung die Spitzenspannung, die während des Schweißens erreicht wird, um zu bestimmen, ob die Spitzenspannungen bei oder nahe einem Kapazitätspegel der Stromversorgung **101** liegen. Diese Informationen werden dann über ein Display **127** oder ein ähnliches Mittel an den Nutzer übermittelt, um es dem Nutzer zu ermöglichen, das Schweißsystem zu konfigurieren (zum Beispiel die Schweißkabel zu kürzen), um eine akzeptable Leistung der Stromversorgung sicherzustellen.

[0032] Die **Fig. 4A** und **Fig. 4B** zeigen die Spannung und den Strom einer repräsentativen Gleichstromschweißimpulswellenform in einem Schweißstromkreis mit hoher Induktivität bzw. mit geringer Induktivität. In **Fig. 4A** verwendet das System lange Schweißkabel **103/105**. Es ist zu sehen, dass, wenn der Strom vom Hintergrundpegel zu einem Spitzenpegel ansteigt, die Spitzenspannungsreflexion beträchtlich höher ist als die durchschnittliche Spitzenspannung. Diese Spannungsspitze kann nahe den Betriebsgrenzen der Stromversorgung **101** liegen, wie oben beschrieben. Das gilt besonders dann, wenn die durchschnittliche Spitzenspannung nahe den Betriebsgrenzen der Stromversorgung **101** eingestellt wird. Jedoch ist in **Fig. 4B** ein ähnlicher Stromimpuls mit einer ähnlichen Anstiegsrate wie in **Fig. 4A** gezeigt. Weil aber die Systeminduktivität geringer ist (kürzere Kabel), ist die Spitzenspannungsreflexion erheblich geringer und liegt viel näher an der durchschnittlichen Spitzenspannung. In diesem Fall arbeitet die Stromversorgung **101** weit innerhalb ihrer Betriebsgrenzen. Es ist anzumerken, dass die in den **Fig. 4A** und **Fig. 4B** gezeigten Wellenformen Gleichstromschweißwellenformen sind, aber nur zur Veranschaulichungszwecken gezeigt sind. Wie zuvor angemerkt, können Ausführungsformen in jedem Schweißsystem verwendet werden, das mit Wellenformen schweißt, die eine Stromanstiegsrate aufweisen, die zu den im vorliegenden Text beschriebenen Induktivitätsproblemen führen können. Zum Beispiel

können die Schweißwellenformen Wechselstrom, mit variabler Polarität, Impuls usw. sein. Der Durchschnittsfachmann versteht diese Wellenformen, wie auch ihre Verwendung, die bei einer Implementierung aus einer Stromversorgung ausgegeben werden.

[0033] Obgleich die Erfindung speziell anhand beispielhafter Ausführungsformen gezeigt und beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt. Dem Durchschnittsfachmann leuchtet ein, dass verschiedene Änderungen in Form und Detail daran vorgenommen werden können, ohne vom Geist und Geltungsbereich der Erfindung, wie sie durch die folgenden Ansprüche definiert sind, abzuweichen.

Bezugszeichenliste

100	Schweißsystem
101	Stromversorgung
103	Schweißzuleitung
105	Schweißzuleitung
107	Drahtzuführvorrichtung
109	Kontaktspitze
111	Elektrode
113	negativer Anschluss
115	negativer Anschluss
117	Spannungsüberwachungsschaltkreis
121	Ausgangsleistungskomponenten
123	Reglerschaltkreis
125	Benutzerschnittstelle
126	Schweißeingabebedienelemente
127	Induktivitätsdisplay
128	Induktivitätsüberwachungsschalter
129	OPTIMUM-Stufe
131	AKZEPTABEL-Stufe
133	GEFAHR-Stufe
135	Schweißgehänge
W	Werkstück

Schutzansprüche

1. Schweiß- oder Schneidstromversorgung (**101**), die Folgendes umfasst:
 einen ersten Ausgangsanschluss (**113**);
 einen zweiten Ausgangsanschluss (**115**);
 ein Stromkomponentenmodul (**121**), das sowohl mit dem ersten als auch mit dem zweiten Ausgangsanschluss (**113**, **115**) gekoppelt ist und ein Ausgangssignal durch den ersten und/oder den zweiten Anschluss (**113**, **115**) ausgibt; wobei das Ausgangssignal ein Gleichstromsignal, ein Wechselstromsignal oder ein Signal mit variabler Polarität sein kann;
 eine erste Zuleitung (**103**), die mit dem ersten Anschluss (**113**) gekoppelt ist;
 eine zweite Zuleitung (**105**), die mit dem zweiten Anschluss (**115**) gekoppelt ist;
 einen Spannungsdetektionskreis (**117**), der eine reflektierte Spannung an dem ersten und dem zwei-

ten Ausgangsanschluss (**113**, **115**) während einer Schweiß- oder Schneidoperation detektiert;
 einen Komparatorschaltkreis, der die reflektierte Spannung mit einer Schwellenspannung vergleicht; und
 ein Benutzerdisplay (**125**), das ein Resultat des Vergleichs zwischen der reflektierten Spannung und der Schwellenspannung für einen Nutzer der Stromversorgung (**101**) anzeigt,
 wobei die reflektierte Spannung durch eine Induktivität verursacht wird, wenn ein Ausgangsstrom des Stromkomponentenmoduls (**121**) geändert wird, und wobei die Schwellenspannung eine Ausgangsspannungsgrenze für das Stromkomponentenmodul (**121**) ist.

2. Schweiß- oder Schneidstromversorgung nach Anspruch 1, wobei der Komparatorschaltkreis die reflektierte Spannung mit der Schwellenspannung vergleicht und/oder der Spannungsdetektionsstromkreis die Ausgangsspannung detektiert, wenn eine erwartete Stromanstiegsrate des Ausgangssignals bei oder oberhalb einer Schwellenstromanstiegsrate sein soll; wobei die Schwellenstromanstiegsrate bevorzugt 250 A/ms beträgt.

3. Schweiß- oder Schneidstromversorgung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Benutzerdisplay ein erstes Display-Erscheinungsbild (**131**) verwendet, wenn die reflektierte Spannung bei einer ersten Größenordnung liegt, und ein zweites Display-Erscheinungsbild (**133**) verwendet, wenn die reflektierte Spannung bei einer zweiten Größenordnung liegt, wobei das erste und das zweite Display-Erscheinungsbild voneinander verschieden sind, wobei das erste und das zweite Erscheinungsbild bevorzugt in verschiedenen Regionen des Benutzerdisplays gezeigt sind.

4. Schweiß- oder Schneidstromversorgung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Schwellenspannung eine zuvor festgelegte Spannungsgrenze der Stromversorgung ist; und/oder wobei die Schwellenspannung eine maximale Ausgangsspannung der Stromversorgung ist.

5. Schweiß- oder Schneidstromversorgung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die des Weiteren einen Regler (**123**) umfasst, der verhindert, dass das Ausgangsleistungsmodule (**121**) das Ausgangssignal ausgibt, wenn die reflektierte Spannung einen zuvor festgelegten Pegel erreicht.

6. Schweiß- oder Schneidstromversorgung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Vergleich der reflektierten Spannung mit der Schwellenspannung verwendet wird, um die Induktivität zu bestimmen, wobei die Induktivität die Induktivität eines Schweiß- oder Schneidstromkreises ist, der das Ausgangsleistungsmodule (**121**), den ersten und den zweiten An-

schluss (**113, 115**), die erste und die zweite Zuleitung (**103, 105**) und ein zu schweißendes oder zu schneidendes Werkstück (W) umfasst.

7. Schweiß- oder Schneidstromversorgung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Benutzerdisplay mindestens eine erste, eine zweite und eine dritte Display-Region (**129, 131, 133**) umfasst, und wobei, wenn die reflektierte Spannung unter einer ersten Größenordnung liegt, ein Hinweis in der ersten Region angezeigt wird, wenn die reflektierte Spannung bei oder zwischen der ersten Größenordnung und einer zweiten Größenordnung liegt, ein Hinweis in der zweiten Region angezeigt wird, und wenn die reflektierte Spannung oberhalb der zweiten Größenordnung liegt, ein Hinweis in der dritten Region angezeigt wird; wobei bevorzugt die erste, die zweite und die dritte Region verschiedene Display-Erscheinungsbilder haben; und/oder wobei bevorzugt die erste Größenordnung 75% der Schwellenspannung beträgt und die zweite Größenordnung 95% der Schwellenspannung beträgt.

8. Schweiß- oder Schneidstromversorgung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die des Weiteren einen Überwachungsschalter umfasst, der das Benutzerdisplay und/oder den Spannungsdetektionskreis (**117**) und/oder den Komparatorschaltkreis aktiviert, dergestalt, dass, wenn der Überwachungsschalter nicht aktiviert ist, das Display nicht das Ergebnis anzeigt.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

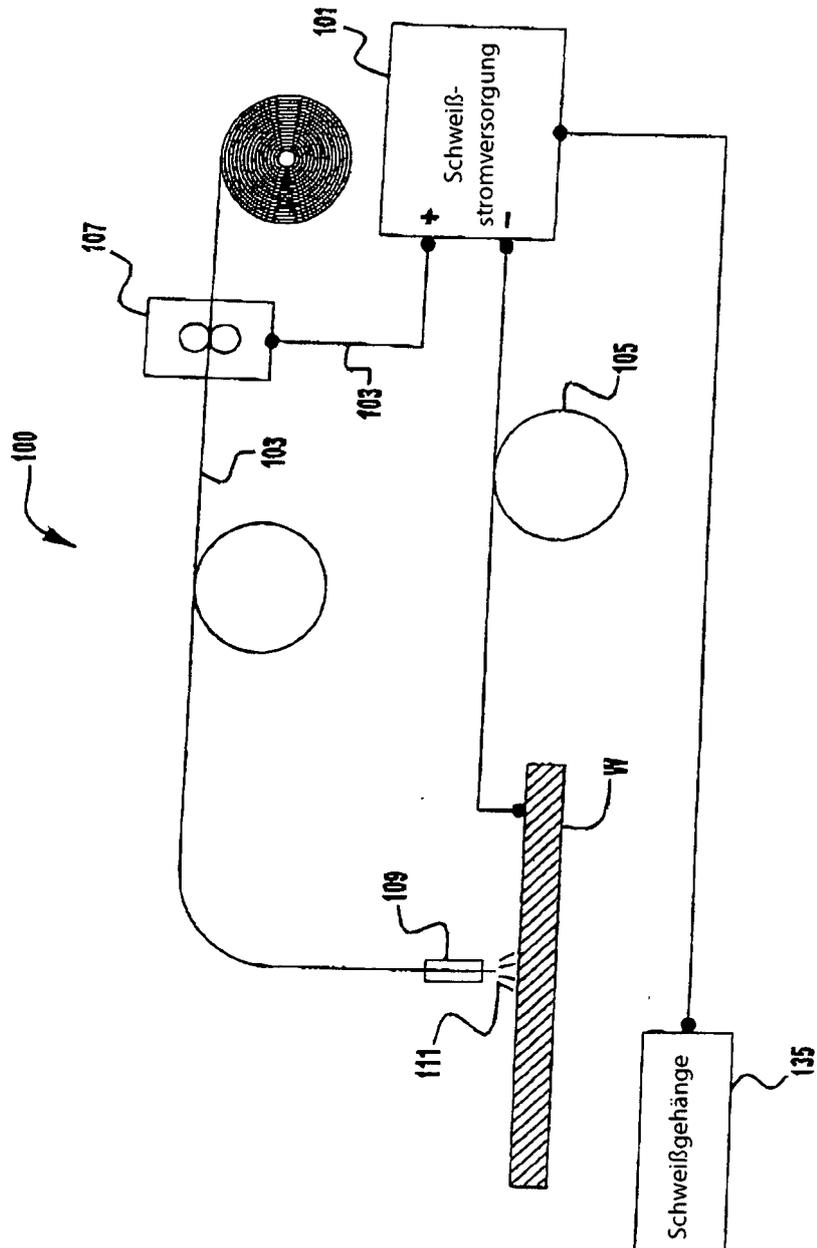


FIG. 1

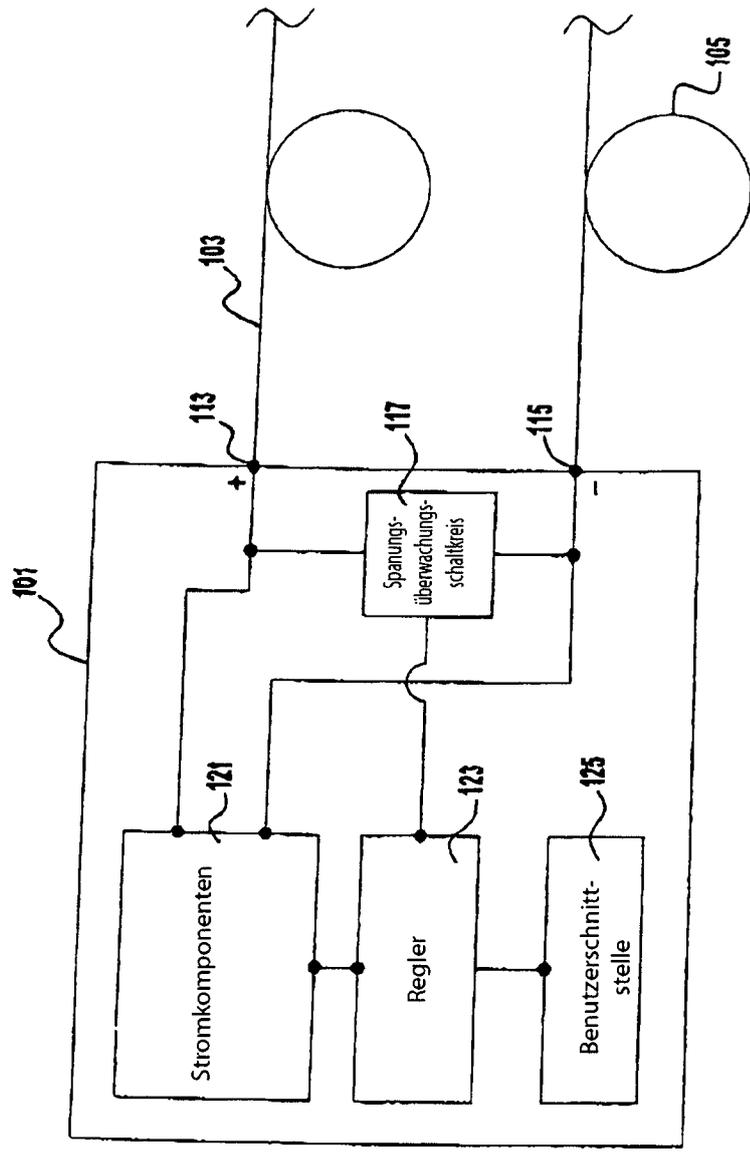


FIG. 2

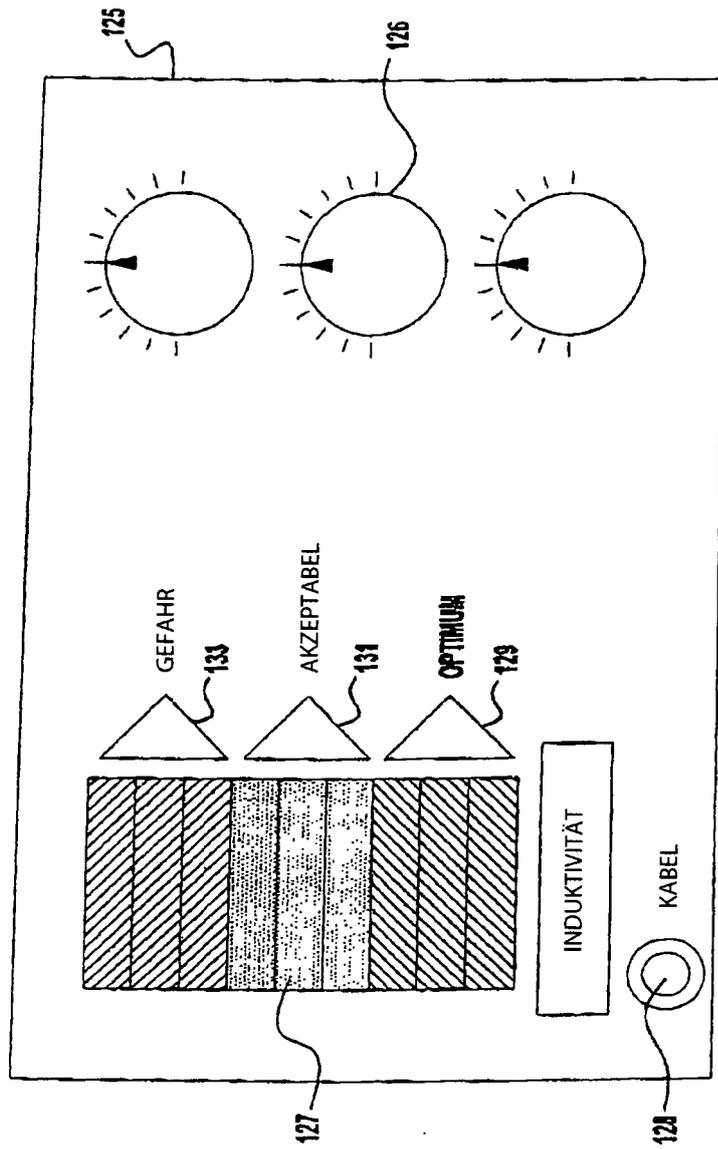


FIG. 3

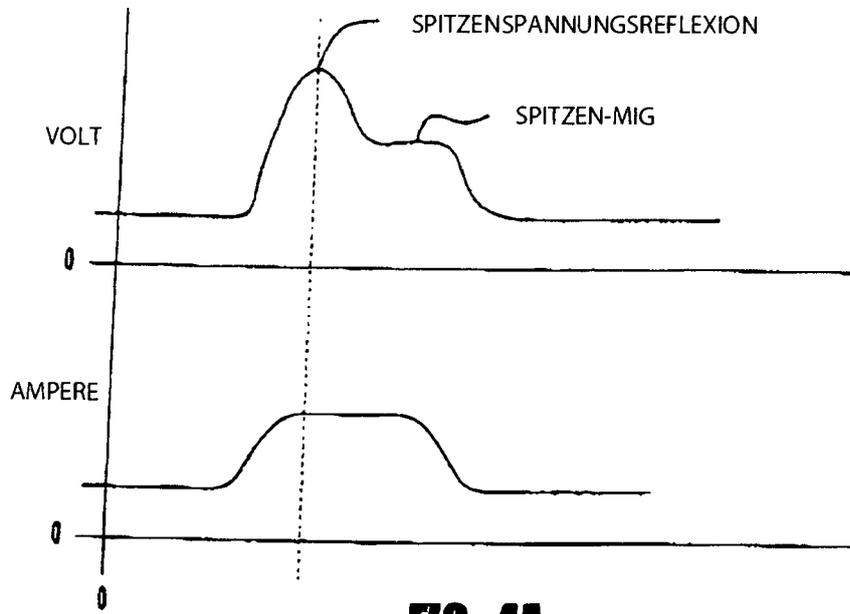


FIG. 4A

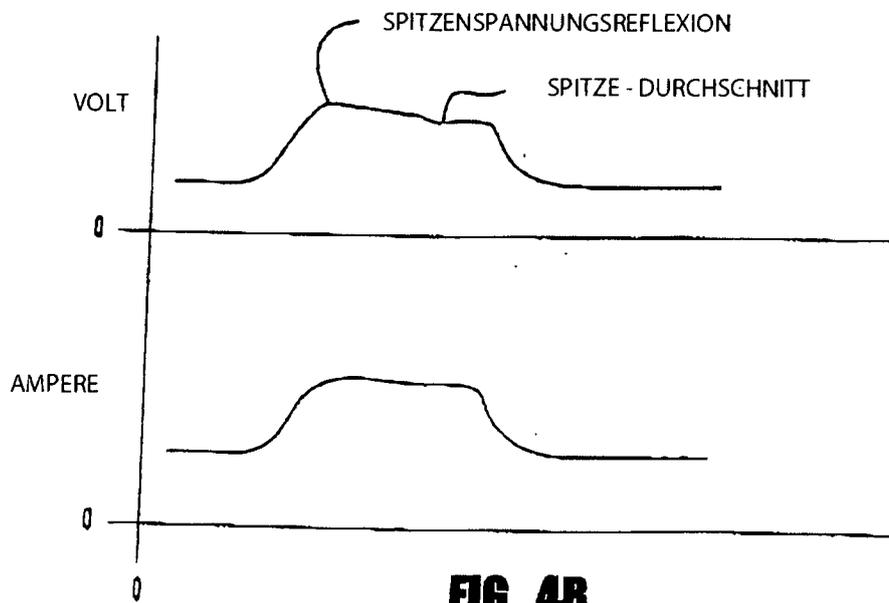


FIG. 4B