

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1270/2009**
(22) Anmeldetag: **12.08.2009**
(43) Veröffentlicht am: **15.02.2011**

(51) Int. Cl.: **B23K 11/24 (2006.01),**
B23K 11/34 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

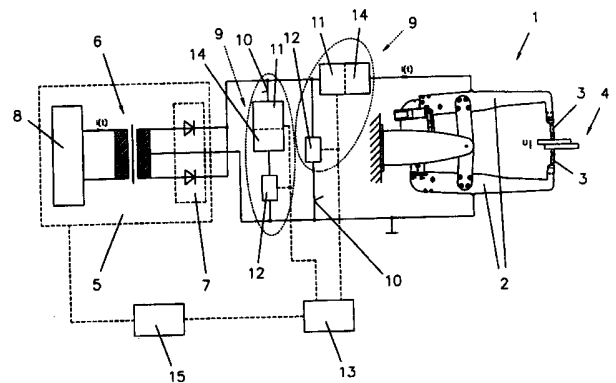
FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
A-4643 PETTENBACH (AT)

(72) Erfinder:

ENNSBRUNNER HELMUT
LEONDING (AT)
KROISS UWE
WILHERING (AT)
HALLA MARKUS
ENNSDORF (AT)
DÖRNER PHILIPP
THALHEIM BEI WELS (AT)
PRINZ ANDREAS
SIPBACHZELL (AT)

(54) **WIDERSTANDSSCHWEISSVERFAHREN UND -ANLAGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schweißen einer Blechkombination (4) mit einer Widerstandsschweißanlage (1), von welcher zum Verschweißen der Blechkombination ein Schweißstrom ($i(t)$) von einer Stromquelle mit einem Transformator (6) über einen aktivierten Hauptstromkreis an Elektroden (3) an eine Schweißstelle geliefert wird und eine entsprechende Widerstandsschweißanlage (1). Zur Ermöglichung der Verschweißung von Blechkombinationen (4) unabhängig von deren Kontaktwiderständen ist vorgesehen, dass über zumindest einen Nebenstromkreis (10) in Abhängigkeit eines Gesamtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) an der Schweißstelle zur Senkung des Gesamtwiderstands (R_g) erwärmt wird, wobei der Gesamtwiderstand (R_g) überwacht wird und zumindest bei Erreichen eines Schwellwerts für den Gesamtwiderstand (R_g) der Hauptstromkreis für die Verschweißung aktiviert wird.



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schweißen einer Blechkombination (4) mit einer Widerstandsschweißanlage (1), von welcher zum Verschweißen der Blechkombination ein Schweißstrom ($i(t)$) von einer Stromquelle mit einem Transformator (6) über einen aktivierten Hauptstromkreis an Elektroden (3) an eine Schweißstelle geliefert wird und eine entsprechende Widerstandsschweißanlage (1). Zur Ermöglichung der Verschweißung von Blechkombinationen (4) unabhängig von deren Kontaktwiderständen ist vorgesehen, dass über zumindest einen Nebenstromkreis (10) in Abhängigkeit eines Gesamtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) an der Schweißstelle zur Senkung des Gesamtwiderstands (R_g) erwärmt wird, wobei der Gesamtwiderstand (R_g) überwacht wird und zumindest bei Erreichen eines Schwellwerts für den Gesamtwiderstand (R_g) der Hauptstromkreis für die Verschweißung aktiviert wird.

(Fig. 4)

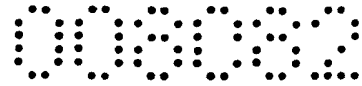
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schweißen einer Blechkombination, insbesondere mit zumindest einem beschichteten Blech, mit einer Widerstandsschweißanlage, von welcher zum Verschweißen der Blechkombinationen ein Schweißstrom von einer Stromquelle mit einem Transformator über einen aktivierten Hauptstromkreis an Elektroden an eine Schweißstelle geliefert wird.

Ebenso betrifft die Erfindung eine Widerstandsschweißanlage zum Schweißen einer Blechkombination, insbesondere mit zumindest einem beschichteten Blech, wobei zwei Elektroden mit einem Hauptstromkreis einer Sekundärseite eines Transformators einer Stromquelle verbunden sind und zur Durchführung der Schweißung an einer Schweißstelle ausgebildet sind.

Insbesondere bei beschichteten Blechen ist durch die auf der Oberfläche der Bleche aufgebrauchte Beschichtung der Gesamtwiderstand der Blechkombination an der Schweißstelle erhöht. Dies hat zur Folge, dass mit einer Standard-Punktschweißzange keine Schweißung durchgeführt werden kann. Deshalb ist es erforderlich, durch zusätzliche Maßnahmen den Gesamtwiderstand an der Schweißstelle zu senken.

Aus der DE 1 814 801 A1 ist ein Verfahren zum Punktschweißen bekannt, bei welchem über Elektroden an einer Schweißstelle der Bleche, an der die Beschichtung entfernt wurde, zuerst ein Vorwärmstrom und anschließend ein Schweißstrom geleitet wird. Dabei sind für den Vorwärmstrom und den Schweißstrom getrennte Stromwege vorgesehen. Nachteilig ist hierbei, dass eine Vorbehandlung der Bleche erforderlich ist, um die Beschichtung der Bleche an der Schweißstelle zu entfernen und dadurch den Gesamtwiderstand zu senken. Des Weiteren müssen auch die Stromwege mit der Stelle bzw. Schnittkante der Bleche, an welchen die Beschichtung entfernt wurde, verbunden sein.

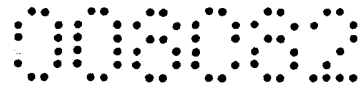
Aus der EP 0 816 004 B1 ist ein Verfahren zum Verschweißen von Blechkombinationen aus beschichteten Blechen mit einer Widerstandsschweißanlage bekannt. Hierbei wird der zu den Elektroden führende Hauptstromkreis zu einer Klemme abgezweigt, welche wie die Elektroden die Blechkombination kontaktiert. Die Klemme kon-



taktiert allerdings die Bleche an den nicht beschichteten Seiten der Bleche, wodurch die Beschichtung überbrückt und an der Schweißstelle zerstört wird, sodass die Schweißung über die Elektroden durchgeführt werden kann. Während der Schweißung wird die Klemme weggeschaltet. Nachteilig ist hierbei, dass eine zusätzliche Klemme erforderlich ist, welche an den nicht beschichteten Seiten der Bleche kontaktiert werden muss. Zur Kontaktierung der Klemme muss also vorher die Beschichtung zerstört oder ein zusätzliches Blech für die Schweißung eingesetzt werden. Bei Letzterem ist eine Nachbehandlung erforderlich, bei der das zusätzliche Blech entfernt wird.

Aus der DE 1 565 500 A1 ist ein Verfahren zur Verschweißung von beschichteten oder lackierten Blechen bekannt, bei dem ein Hochfrequenzgenerator eingesetzt wird, welcher über eine für Hochfrequenz geeignete Verkabelung an den Elektroden angeschlossen ist und eine entsprechende Hochfrequenzspannung überlagert. Nachteilig ist dabei, dass die Verkabelung entlang der Zangenarme erfolgen muss, um die Bauteilzugänglichkeit zu wahren. Die sich dadurch bildende Schleife entspricht einer großen Induktivität bzw. Antenne, wodurch die erzielbare Spannung an den Blechen stark sinkt. Zusätzlich ist für die Erwärmung der Blechoberflächen ein Generator mit hoher Leistung erforderlich, der wiederum mit hohen Kosten verbunden und deshalb unwirtschaftlich ist. Weiters entsprechen parasitäre Kapazitäten im Transformator, an den Zangenarmen oder an dem lackierten Blech bei den verwendeten Frequenzen sehr niederohmigen Impedanzen, was einem Kurzschließen der Hochfrequenzspannung am Bauteil entspricht und somit die Wirksamkeit der Anordnung stark verringert. Nachteilig ist auch, dass in der gezeigten Anordnung keinerlei Überwachung der Schweißstelle - wie deren Widerstand, Spannung oder Strom - vorgesehen ist und somit keine kontrollierte Aktivierung des eigentlichen Schweißvorgangs möglich ist. Daher ist insbesondere mit vermehrter Spritzerbildung zu rechnen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher in der Schaffung eines oben genannten Verfahrens bzw. einer Widerstandsschweißanlage womit Blechkombinationen unabhängig von deren Kontaktwiderständen verschweißt werden können. Nachteile bekannter Verfahren und



Vorrichtungen sollen vermieden oder zumindest reduziert werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird in verfahrensmäßiger Hinsicht dadurch gelöst, dass die Schweißstelle über zumindest einen Nebenstromkreis in Abhängigkeit eines Gesamtwiderstands der Blechkombination an der Schweißstelle zur Senkung des Gesamtwiderstands erwärmt wird, wobei der Gesamtwiderstand überwacht wird und zumindest bei Erreichen eines Schwellwerts für den Gesamtwiderstand der Hauptstromkreis für die Verschweißung aktiviert wird. Vorteilhaft ist hierbei, dass keine Vorbehandlung der Oberflächen der Bleche, insbesondere der beschichteten Bleche, beispielsweise mittels mechanischer oder thermischer Verfahren, notwendig ist. Somit wird eine Beschleunigung und Verbilligung des Schweißvorgangs erreicht. Der zumindest eine Nebenstromkreis ist derart dimensioniert, dass keine lebensgefährlichen Spannungen bzw. Ladungsmengen auftreten können und der Hauptstromkreis nicht beeinträchtigt bzw. gestört werden kann. Ebenso werden durch das Verfahren die Bleche ausschließlich an der Schweißstelle beeinflusst, insbesondere deren Beschichtung verdrängt bzw. entfernt.

Wenn ein auf einer Sekundärseite des Transformators angeordneter Teil des Hauptstromkreises von dem zumindest einen Nebenstromkreis überlagert wird und mit zumindest einer Regeleinheit des zumindest einen Nebenstromkreises eine Spannung der Sekundärseite zur Erwärmung der Schweißstelle in Abhängigkeit des Gesamtwiderstands geregelt wird, kann durch die Spannungserhöhung ein Stromfluss an der Schweißstelle ermöglicht werden und insbesondere die Beschichtung der Bleche verdrängt werden. Dabei können verschiedene Spannungspegel erzeugt werden, ohne die Anschlussleistung der Widerstandsschweißanlage zu erhöhen. Somit ist auch eine einfache Nachrüstung möglich. In vorteilhafter Weise ist auch eine automatische Anpassung des Spannungspegels an den zeitlichen Verlauf des Gesamtwiderstands bzw. der Kontaktwiderstände der Blechkombination möglich. Des Weiteren wird durch die Verwendung der Zuleitungen des Hauptstromkreises (z.B. Zangenarme) für die Führung des Nebenkreisstroms zusätzlicher Verdrahtungsaufwand vermindert und die Bauteilzugänglichkeit nicht beeinträchtigt.

Vorteilhafterweise wird das Zuschalten der zumindest einen Regeleinheit von einer Steuereinheit des zumindest einen Nebenstromkreises geregelt und die zumindest eine Regeleinheit des zumindest einen Nebenstromkreises in Abhängigkeit des Werts des Gesamtwiderstands derart geregelt, dass während des Erwärmens der Wert des Gesamtwiderstands gesenkt wird. Dadurch kann der Spannungswert flexibel variiert werden und ist daher exakt einstellbar.

Wenn durch Zuschalten und Variieren der zumindest einen Regeleinheit des zumindest einen Nebenstromkreises die Spannung an der Schweißstelle an den Wert des Gesamtwiderstands angepasst wird, kann eine gezielte Wärmeeinbringung an der Schweißstelle erreicht werden, ohne dass es zu einer Schweißung kommt. Vorteilhaft ist aber auch, dass dadurch eine unbeabsichtigte Öffnung der Zange nicht zur Bildung eines Lichtbogens führen kann.

Vorteilhafterweise wird die Spannung über eine Mindestdauer geregelt. Dadurch ist eine flexible Zuschaltung und Trennung möglich und werden die einzelnen Quellen gegenseitig und gegenüber dem Hauptstromkreis geschützt.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die zumindest eine Regeleinheit durch eine Stromquelle und/oder eine Spannungsquelle mit einer Zusatzbeschaltung gebildet wird, wobei die Zusatzbeschaltung durch Impedanzen induktive bzw. kapazitive Koppler und/oder Halbleiterbauelemente gebildet wird.

Vorteilhafterweise wird der Wert des Gesamtwiderstands mit einer in dem zumindest einen Nebenstromkreis integrierten Strommessung und/oder Spannungsmessung überwacht und mit einem Schwellwert verglichen. Dadurch ist eine Umschaltung auf eine andere Quelle durch die Überwachung des Gesamtwiderstands möglich und werden Schwankungen in den Kontaktwiderständen ausgeglichen und die Funktionstüchtigkeit gewährleistet.

Die Herstellung der Schweißbeignung kann dadurch beschleunigt werden, dass während des Erwärmens der Schweißstelle ein Druck der Elektroden auf die Blechkombination von einer Zangensteuerung der Widerstandsschweißanlage in Abhängigkeit des Werts des

Gesamtwiderstands geregelt wird.

Ebenso kann während des Erwärmens der Schweißstelle die Kühlung zumindest einer Elektrode in Abhängigkeit des Werts des Gesamtwiderstands reduziert werden.

Schließlich ist es von Vorteil, wenn eine Kommunikation zwischen einer Steuereinheit des zumindest einen Nebenstromkreises und der Zangensteuerung durchgeführt wird.

Weiters wird die Aufgabe der Erfindung dadurch gelöst, dass der Sekundärseite des Hauptstromkreises zumindest ein Nebenstromkreis zuschaltbar ist und der zumindest eine Nebenstromkreis mit zumindest einer Regeleinheit zur Regelung der Spannung an der Sekundärseite des Transformators in Abhängigkeit eines Gesamtwiderstands der Blechkombination an der Schweißstelle versehen ist. Die sich daraus ergebenden Vorteile können aus den bereits oben beschriebenen Vorteilen entnommen werden.

Wenn eine Messeinrichtung zur Messung des Gesamtwiderstands der Blechkombination in dem zumindest einen Nebenstromkreis integriert ist, kann diese hinsichtlich des Messbereichs optimal auf die jeweiligen Quellen in den Nebenstromkreisen abgestimmt werden, woraus eine exakte Widerstandsmessung resultiert. Dadurch ist die Auswahl der am besten geeigneten Quelle gewährleistet.

Wenn eine Steuereinheit des zumindest einen Nebenstromkreises mit einer Zangensteuerung der Widerstandsschweißanlage verbunden ist, wird eine Abstimmung der Nebenstromkreise mit dem Hauptstromkreis möglich. Des Weiteren ist ein nachträglicher Anbau an bestehende Anlagen möglich.

Vorteilhafterweise wird die zumindest eine Regeleinheit durch ein Lichtbogenschweißgerät gebildet. Wird erreicht, dass die Prozessregelungseinheit eines Lichtbogenschweißgeräts genügend Rechenleistung bietet, um die Steuerungs- und Regelvorschriften im Nebenstromkreis durchführen zu können. Die Prozessregelungseinheit ist mit den Sensoren im Schweißgerät zur Messung der Spannung und des Stroms verbunden und kann somit sehr leicht den Gesamtwiderstandswert überwachen. Von Vorteil ist des Weiteren

auch, dass sicherheitstechnische Richtlinien automatisch erfüllt werden und eine kostengünstige, robuste und erprobte Hardware für ein industrielles Umfeld eingesetzt wird. Ebenso ist von Vorteil, dass die Spannungs- und Strombereiche exakt jene Bereiche abdecken, welche für die Erwärmung der beschichteten Schweißstelle notwendig sind. In vorteilhafter Weise wird dadurch aber auch erreicht, dass die ausgangsseitigen Schutzbeschaltungen derartiger Geräte die direkte Anbindung an den Hauptstromkreis einer Widerstandsschweißanlage ermöglichen.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten, schematischen Zeichnungen näher erläutert, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen übertragen werden können. Weiters können auch Einzelmerkmale aus dem gezeigten Ausführungsbeispiel bzw. aus den gezeigten Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Darin zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Widerstandsschweißanlage;

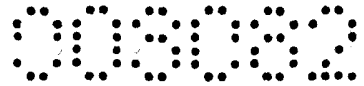
Fig. 2 schematisch mögliche Ströme und Spannungen bei unterschiedlichem Übersetzungsverhältnis des Transformators;

Fig. 3 schematisch mögliche Ströme und Spannungen bei unverändertem Übersetzungsverhältnis des Transformators und den Regелеinheiten der erfindungsgemäßen Nebenstromkreise;

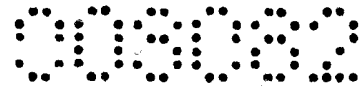
Fig. 4 ein schematisches Blockschaltbild einer Widerstandsschweißanlage mit erfindungsgemäßen Nebenstromkreisen; und

Fig. 5 schematisch den zeitlichen Verlauf des Gesamtwiderstands und der Kontaktwiderstände während eines Schweißvorgangs.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Widerstandsschweißanlage 1 mit zwei Zangenarmen 2, an welchen die Elektroden 3 befestigt sind. Die zu verschweißenden Bleche bzw. Bauteile stellen eine Blechkombination 4 bzw. Bauteilkombination mit zumindest zwei Blechen



bzw. Bauteilen dar, welche zwischen den Elektroden 3 angeordnet wird. Zum Verschweißen der Blechkombination 4 werden die Elektroden 3 an einer gewünschten Schweißstelle gegen die Bleche der Blechkombination 4 gepresst und mit einem Schweißstrom $i(t)$ beaufschlagt, sodass die Bleche der Blechkombination 4 aufgrund des Stromflusses aufgeschmolzen und miteinander verbunden werden. Zur Versorgung der Elektroden 3 mit dem Schweißstrom $i(t)$ sind diese mit einer Stromquelle 5 verbunden, welche üblicherweise einen Transformator 6, einen Gleichrichter 7 und einen Inverter 8 umfasst. Auf diese Weise wird der Schweißstrom $i(t)$ in einer üblichen Größenordnung von mehreren kA möglichst verlustarm erzeugt. Der Inverter 8 ist auf der Primärseite des Transformators 6 angeordnet und bildet den primärseitigen Teil des Hauptstromkreises, über welchen der Schweißstrom $i(t)$ an die Elektroden 3 geliefert wird. Üblicherweise weisen derartige Transformatoren 6 ein Übersetzungsverhältnis auf, sodass eine Leerlaufspannung auf der Sekundärseite des Transformators 6 von etwa 5 V bis 20 V und beispielsweise ein Schweißstrom $i(t)$ von 30 kA zur Verfügung stehen. Dieser Wert der Spannung U ermöglicht ein Verschweißen einer Blechkombination 4 mit einem niedrigen Ohm'schen Gesamtwiderstand von beispielsweise 1 m Ω an der Schweißstelle bzw. eine entsprechend gute elektrische Leitfähigkeit. Ebenso sind für derartige Spannungswerte im Wesentlichen keine Schutzmaßnahmen hinsichtlich elektrischer Spannungen für den Bediener erforderlich. Des Weiteren ist der Spannungswert auch dafür ausgelegt, dass der Gesamtwiderstand der Blechkombination 4 zu Beginn der Schweißung überwunden werden kann. Der Gesamtwiderstand setzt sich dabei aus unterschiedlichen Kontaktwiderständen und dem Widerstand der Bleche zusammen. Die Kontaktwiderstände umfassen im Wesentlichen einen Kontaktwiderstand zwischen der oberen Elektrode 3 und einem oberen Blech der Blechkombination 4, jeweils einen Kontaktwiderstand zwischen den Blechen und einen Kontaktwiderstand zwischen der unteren Elektrode 3 und einem unteren Blech der Blechkombination 4. Der Gesamtwiderstand hängt von der jeweiligen Blechkombination 4 ab und verändert sich während der Schweißung. Bei Verwendung einer Konstantstromregelung verändert sich der Stromwert im Vergleich zum Gesamtwiderstand nur geringfügig. Die für die Schweißung erforderliche Leistung, welche der Transformator 6 zur Verfügung stellt, hängt also stark vom Gesamtwiderstand ab. Resultiert



demnach aus der Blechkombination 4 ein relativ hoher Gesamtwiderstand (beispielsweise 80Ω), dann versagt die Konstantstromregelung, da der maximale Wert für die Spannung U zu gering ist um den geforderten Schweißstrom $i(t)$ zu treiben. Im Falle eines hinsichtlich der Schweißspannung U geregelten Systems reduziert sich die maximal mögliche Leistung durch einen hohen Gesamtwiderstand von beispielsweise 80Ω sehr stark. Dies kann zur Folge haben, dass die Schweißung nicht durchgeführt werden kann, da die Wärmeeinbringung an der Schweißstelle zu gering ist. In diesem Fall kann die Blechkombination 4 mit dieser Widerstandsschweißanlage 1 nicht verschweißt werden. Insbesondere ist dies bei Blechkombinationen 4 der Fall, deren Bleche spezielle Beschichtungen für einen Korrosionsschutz aufweisen. Derartige Beschichtungen können folglich durch die geringe Wärmeeinbringung nicht entfernt bzw. verdrängt werden. Dazu ist beispielsweise eine Dicke der Beschichtung im Bereich von $20 \mu\text{m}$ ausreichend.

Es wäre also eine Änderung der Konfiguration der Widerstandsschweißanlage 1 erforderlich, um Blechkombinationen 4 mit einem hohen Gesamtwiderstand ohne mechanische Vorbehandlung zu verschweißen. Da der Gesamtwiderstand im Wesentlichen nicht beeinflussbar ist, muss die Schweißspannung U erhöht werden, um die erforderliche Leistung zu erreichen. Dies kann durch eine Änderung des Übersetzungsverhältnisses des Transformators 6 erreicht werden, indem dieses beispielsweise von ursprünglich 50:1 auf 5:1 geändert wird, um die Sekundärspannung zu verzehnfachen. Somit würde eine ausreichende Spannung U an der Blechkombination 4 zur Verfügung stehen, wie aus Fig. 2 ersichtlich. Allerdings bewirkt diese Maßnahme auch eine Verzehnfachung des primärseitigen Schweißstroms $i(t)$. Dies hat aber auch zur Folge, dass der Anschlusswert der Widerstandsschweißanlage 1 drastisch erhöht werden muss, wobei der maximal mögliche Schweißstrom $i(t)$ dabei gleich bleibt. Somit wäre die Widerstandsschweißanlage 1 äußerst unwirtschaftlich hinsichtlich Anschaffung und Betrieb. Insbesondere erhöht sich die Verlustleistung des Gesamtsystems, da der hohe primärseitige Schweißstrom $i(t)$ durch ein Schlauchpaket zum Transformator 6 geführt werden muss.

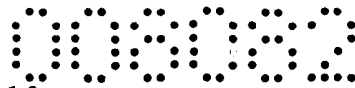
Eine weitere Möglichkeit, mit einer bestehenden Widerstandsschweißanlage 1 eine Schweißbeignung für Blechkombinationen 4 mit

hohem Gesamtwiderstand zu erreichen, besteht darin, eine mechanische und/oder thermische Vorbehandlung durchzuführen. Dies erfolgt in einer entsprechenden Anlage bzw. Vorrichtung. Beispielsweise hat eine thermische Vorbehandlung den Effekt, dass die speziellen Beschichtungen der Bleche der Blechkombination 4 bei höheren Temperaturen verdrängt werden können. Dies ist allerdings mit einem hohen Zeit- und Handhabungsaufwand verbunden, sodass dies ebenso unwirtschaftlich ist.

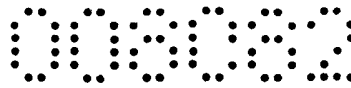
Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, die Widerstandsschweißanlage 1 mit zumindest einer Regeleinheit 9 zu kombinieren, welche die Schweißstelle mit den Elektroden 3 erwärmt, sodass der Gesamtwiderstand der Blechkombination 4 reduziert wird. Zu diesem Zweck ist die Regeleinheit 9 über zumindest einen Nebenstromkreis 10 mit den Elektroden 3 verbunden.

Der Nebenstromkreis 10 stellt somit vor der Schweißung eine gegenüber dem Transformator 6 erhöhte Leistung an der Blechkombination 4 zur Verfügung, sodass eine Schweißbeignung der Blechkombination 4 hergestellt wird. Die Leistung des Nebenstromkreises 10 wird entsprechend über die Elektroden 3 auf die Blechkombination 4 übertragen, sodass der Nebenstromkreis 10 auf der Sekundärseite mit dem Hauptstromkreis verbunden ist. Ein Teil des Nebenstromkreises 10 wird also dem Hauptstromkreis überlagert. Die Leistung des Nebenstromkreises 10 kann auch induktiv oder kapazitiv in den Hauptstromkreis übertragen werden. Die erhöhte Leistung wird dabei zumindest über eine Quelle 11 zur Verfügung gestellt, wobei entsprechend auch mehrere Quellen 11 zuschaltbar in einem Nebenstromkreis 10 oder in mehreren Nebenstromkreisen 10 angeordnet sein können. Das Zuschalten der Quellen 11 erfolgt bevorzugt durch Halbleiterbauelemente 12, welche eine Zusatzbeschaltung darstellen. Demnach bildet je eine Quelle 11 mit dem dazugehörigen Halbleiterbauelement 12 eine Regeleinheit 9 des Nebenstromkreises 10, welche mit einer Steuereinheit 13 verbunden sind.

Gemäß Fig. 3 stehen drei Quellen 11 zur Herstellung der Schweißbeignung der Blechkombination 4 zur Verfügung, welche jeweils unterschiedliche Spannungs- und Stromwerte zur Verfügung stellen können. Insbesondere ermöglichen diese Quellen 11 auch Spannun-

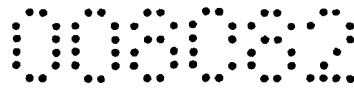


gen U über 100 V, wobei sich der Schweißstrom $i(t)$ im Wesentlichen gegengleich zur Spannung U verhält. Das heißt, dass bei hohen Spannungen U der Strom $i(t)$ niedrig ist - beispielsweise 110 V und 400 A. Demnach kann auch mit geringen Strömen $i(t)$ eine relativ hohe Leistung erreicht werden. Die Quellen 11 werden in Abhängigkeit des Gesamtwiderstands in den Nebenstromkreis 10 geschaltet. Erfindungsgemäß wird dabei berücksichtigt, dass sich der Gesamtwiderstand der Schweißstelle - insbesondere bei beschichteten Blechen - während der Herstellung der Schweißbeignung stark ändert. Dies wird von zumindest einer Messeinrichtung 14 des Nebenstromkreises 10 überwacht, sodass die Steuereinheit 13 zum jeweiligen Zeitpunkt den für die Erwärmung der Schweißstelle geeignetsten Spannungswert U zur Verfügung stellen kann. Durch den angepassten Spannungswert U resultiert im Wesentlichen eine konstante Leistungszufuhr, sodass eine gleich bleibende Temperaturerhöhung an der Schweißstelle erzielt wird. Die Ermittlung des geeigneten Spannungswertes erfolgt dabei derart, dass zu Beginn der Herstellung der Schweißbeignung die Quelle 11 mit der höchsten Leerlaufspannung zur Erwärmung der Schweißstelle verwendet wird. Demnach ist der Hauptstromkreis deaktiviert. Somit ist ein Stromfluss sichergestellt und eine Ermittlung des Gesamtwiderstands anhand exakter Strommessungen und/oder Spannungsmessungen über die Messeinrichtung 14 möglich. Dazu wird beispielsweise eine der Messeinrichtungen 14 von der Steuereinheit 13 aktiviert. Durch die Erwärmung der Schweißstelle sinken die Kontaktwiderstände und somit der Gesamtwiderstand. Nach und nach können daher Quellen 11 mit niedrigeren Leerlaufspannungen und höheren Strömen über die Steuereinheit 13 aktiviert werden, bis schlussendlich der Hauptstromkreis (niedrigste Leerlaufspannung und höchster Strom) zur Durchführung der Schweißung aktiviert wird. Der Spannungswert und/oder Stromwert der jeweiligen aktivierten Quellen 11 kann entsprechend variiert werden, sodass dieser an den Gesamtwiderstand angepasst ist. Die Messung des Gesamtwiderstands wird dabei im Nebenstromkreis 10 und/oder im Hauptstromkreis durchgeführt. Die Messung im Nebenstromkreis 10 ermöglicht die volle Ausnützung der Messbereiche der Instrumente der Messeinrichtung 14 und somit eine exakte Messung. Dadurch wird die Messung eines Stroms von 400 A mit einem Instrument, welches beispielsweise für 30000 A ausgelegt ist, vermieden.



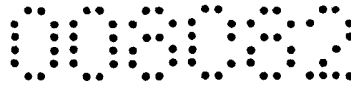
Anhand von Fig. 4 wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Wie aus dem Stand der Technik bekannt, werden zu Beginn einer Punktschweißung die Zangenarme 2 und somit die Elektroden 3 von einer Zangensteuerung 15 zum Werkstück 4 bewegt, sodass die Elektroden 3 jeweils eine Seite des Werkstücks bzw. der Blechkombination 4 an der Schweißstelle berühren. Die Berührung wird von der Zangensteuerung 15 erkannt und eine bestimmte Elektrodenkraft aufgebaut. Mit Erreichen der gewünschten Elektrodenkraft generiert die Zangensteuerung 15 ein Signal für die Steuereinheit 13, welche die zumindest eine Regeleinheit 9 regelt. Es wird also der Nebenstromkreis 10 zugeschaltet bzw. aktiviert. Erfindungsgemäß wird also die Schweißbeignung hergestellt, indem der Gesamtwiderstand der Blechkombination 4 gesenkt wird. Da der Gesamtwiderstand R_g der Blechkombination 4, welcher aus der Summe der Kontaktwiderstände R_k und der Summe der Widerstände der Bleche R_b resultiert, zu Beginn am höchsten ist (siehe Fig. 5), wird zu Beginn der Schweißung die Regeleinheit 9 jenes Nebenstromkreises 10 aktiviert, dessen Leerlaufspannung am höchsten ist (beispielsweise 100 V). Mit Hilfe der Messeinrichtung 14 der Regeleinheit 9 bzw. des Nebenstromkreises 10 wird dabei der Wert des Gesamtwiderstands R_g an der Schweißstelle im Wesentlichen kontinuierlich überwacht. Mit zunehmender Erwärmung der Schweißstelle durch den steigenden Strom $i(t)$ sinken die Kontaktwiderstände R_k und demnach der Gesamtwiderstand R_g , sodass beispielsweise auf eine andere Regeleinheit 9 umgeschaltet wird. Diese Regeleinheit 9 ist beispielsweise nicht spannungsgeregelt, sondern stromgeregelt, sodass in Folge der weiteren Erwärmung sowohl der Gesamtwiderstand R_g als auch der Spannungswert U sinkt. Demnach ist der Gesamtwiderstand R_g soweit gesunken, dass mit der Spannung des Hauptstromkreises eine Schweißung möglich ist. Dies kann von der Messeinrichtung 14 durch Unterschreiten eines Schwellwerts für den Gesamtwiderstand R_g detektiert werden. Darauf generiert die Messeinrichtung 14 ein Signal für die Zangensteuerung 15 zur Aktivierung des Hauptstromkreises. Mit dieser Aktivierung werden bevorzugt die Regeleinheiten 9 von der Steuereinheit 13 deaktiviert, da deren Beitrag zum Hauptstromkreis vernachlässigbar klein ist.

Die Erwärmung der Schweißstelle erfolgt also durch zumindest eine Regeleinheit 9 des Nebenstromkreises 10, indem bevorzugt



Gleichstrom verwendet wird. Dadurch wird die Stromquelle 5 automatisch aufgrund der Dioden des Gleichrichters 7 bis zu einer Spannung von beispielsweise 400 V geschützt. Selbstverständlich kann aber auch Wechselstrom eingesetzt werden, wobei hierbei die kapazitive bzw. induktive Einkopplung in den Hauptstromkreis von Vorteil ist. Beispielsweise kann als Quelle 11 der Regeleinheit 9 eine Stromquelle dienen, welche einen Spannungswert von beispielsweise bis zu 120 Volt erreicht. Dazu kann beispielsweise ein aus dem Stand der Technik bekanntes Lichtbogen-Schweißgerät eingesetzt werden. Zusätzlich kann aber auch noch eine Spannungsquelle in den Nebenstromkreis 10 zuschaltbar sein, um den Spannungswert an der Blechkombination 4 noch weiter zu erhöhen. Dementsprechend können gemäß Fig. 4 beispielsweise eine Quelle 11 parallel und eine Quelle 11 in Serie zum Transformator 6 angeordnet sein. Die Quellen 11 sind dabei über Halbleiterbauelemente 12 zuschaltbar, indem diese beispielsweise von der Steuereinheit 13 angesteuert werden oder diese im Fall von Dioden selbstständig leitend werden. Somit kann der erforderliche Spannungswert exakt eingestellt werden. Dazu wird der Spannungswert bzw. Stromwert von der Steuereinheit 13 auch entsprechend variiert, sodass der Spannungswert entsprechend an den Gesamtwiderstand angepasst werden kann. Zusätzlich werden die Quellen 11 durch die Halbleiterbauelemente 12 auch gegenseitig geschützt.

Der höhere Spannungswert ermöglicht eine entsprechend höhere Leistung bei geringem Strom, sodass ein Stromfluss durch die Blechkombination 4 mit dem entsprechend hohen Gesamtwiderstand möglich ist. Das heißt aber auch, dass der höhere Spannungswert die geringe elektrische Leitfähigkeit der Blechkombination 4 mit dem hohen Gesamtwiderstand im Wesentlichen kompensiert. Der somit über den Nebenstromkreis 10 ermöglichte Stromfluss erwärmt die Schweißstelle, wodurch der Gesamtwiderstand gesenkt wird. Während der Senkung des Gesamtwiderstands wird bevorzugt der Spannungswert und/oder der Stromwert variiert und/oder pulsartig verändert. Der Stromfluss zur Erwärmung wird solange aufrechterhalten, bis der Wert des Gesamtwiderstands einen Schwellwert erreicht bzw. unterschreitet und somit die Schweißbeignung für den Hauptstromkreis hergestellt ist. Die Schweißstelle wird also soweit erwärmt, dass die allfällige Beschichtung verdrängt und der Gesamtwiderstand entsprechend reduziert werden konnte. Nachdem

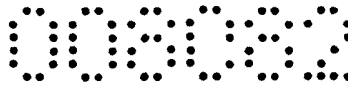


die Schweißbeignung hergestellt ist, können die im Nebenstromkreis 10 zugeschalteten Quellen 11 wieder deaktiviert werden, indem der zumindest eine Nebenstromkreis 10 vom Hauptstromkreis getrennt wird.

Danach kann die Schweißung mit dem erforderlichen Schweißstrom $i(t)$ im kA-Bereich durchgeführt werden. Während der Herstellung der Schweißbeignung sind die Elektroden 3 gegen das Werkstück 4 gepresst, sodass unmittelbar nach dem Wegschalten der Quellen 11 des Nebenstromkreises 10 die Schweißung über den Hauptstromkreis durchgeführt werden kann. Somit wird ein fließender Übergang zwischen der Herstellung der Schweißbeignung und der Schweißung sichergestellt. Dafür ist auch eine entsprechende Kommunikation zwischen der Steuereinheit 13 und der Zangensteuerung 15 ausschlaggebend. Diese Kommunikation kann auch derart optimiert werden, dass die zur Herstellung der Schweißbeignung und zur Durchführung der Schweißung benötigte Zeit minimal gehalten wird. Insbesondere wird aber auch durch die Herstellung der Schweißbeignung die Zeit für die eigentliche Schweißung verkürzt.

Bei der Herstellung der Schweißbeignung kann aber auch zusätzlich die Kraft der Elektroden 3 variiert werden. Dabei wird beispielsweise bei sinkendem Gesamtwiderstand die Kraft reduziert, sodass aufgrund des dadurch steigenden Gesamtwiderstands die Erwärmung beschleunigt wird. Die Regelung der Kraft wird entsprechend von der Zangensteuerung 15 durchgeführt, wobei der für die Regelung erforderliche Wert des Gesamtwiderstands von dessen laufender Überwachung über den Nebenstromkreis 10 herangezogen wird.

Die Erwärmung der Schweißstelle und somit die Herstellung der Schweißbeignung kann aber auch dadurch beschleunigt werden, dass die Kühlung der Elektroden 3 geregelt wird. Dabei wird der Durchfluss im Kühlkreislauf durch die Zangensteuerung 15 in Abhängigkeit des Gesamtwiderstands reduziert, sodass zusätzlich der Wärmehaushalt an den Schweißstellen über die verringerte Wärmeabfuhr über die Elektroden 3 optimiert werden kann. Daher kann der zeitliche Verlauf des Gesamtwiderstands von mehreren Faktoren beeinflusst werden, sodass während der Herstellung der Schweißbeignung eine ständige Strom- und/oder Spannungsmessung



zur Ermittlung des Gesamtwiderstands erforderlich ist. Dementsprechend ist auch die Kommunikation zwischen der Zangensteuerung 15 und der Steuereinheit 13 von Bedeutung, sodass die Regelung des Spannungswerts, die Kraft der Elektroden 3 und die Kühlung der Elektroden 3 aufeinander abgestimmt sind. Für die Herstellung der Schweißbeignung kann aber auch eine Mindestdauer festgelegt werden, während der die Schweißstelle vor der Schweißung entsprechend erwärmt wird. Die Schweißstelle wird also zumindest während dieser Dauer über den Nebenstromkreis 10 erwärmt, auch wenn bereits der Schwellwert für den Gesamtwiderstand unterschritten wurde. Entsprechend ist die Dauer auf die Blechkombination 4 abgestimmt, sodass eine durchgehende Erwärmung der Schweißstelle sichergestellt ist.

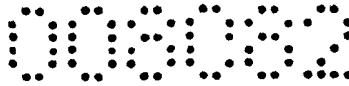
Selbstverständlich kann die Zangensteuerung 15 und die Steuereinheit 13 auch durch eine Einheit gebildet werden. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Widerstandsschweißanlage 1 speziell zum Schweißen von Blechkombinationen 4 mit einer schlechten elektrischen Leitfähigkeit der Beschichtung - also einem hohen Kontaktwiderstand - gefertigt wird. Wird hingegen eine bestehende Widerstandsschweißanlage 1 gemäß der Erfindung nachgerüstet, ist zusätzlich eine Steuereinheit 13 für die Messeinrichtung 14 und die Regeleinheit 9 des zumindest einen Nebenstromkreises 10 erforderlich. Die Messeinrichtung 14 wird selbstverständlich kalibriert, sodass die Widerstände der Leitungen zu den Elektroden 3 die Messung des Gesamtwiderstands nicht beeinflussen. Wird die Widerstandsschweißanlage 1 nachgerüstet, ist entsprechend zu berücksichtigen, dass der Transformator 6 für die vom Nebenstromkreis 10 gelieferten Spannungen ausgelegt ist. Ansonsten könnte der Transformator 6 zerstört werden. Beispielsweise können entsprechende Dioden als Schutzschaltung verwendet werden.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass durch die zumindest eine Quelle 11 in zumindest einem Nebenstromkreis 10 bzw. die Kombination mehrerer Quellen 11 und Nebenstromkreise 10 der erforderliche Spannungs- und Stromwert exakt auf den aktuellen Widerstandswert abgestimmt werden kann. Somit kann im Wesentlichen für alle Blechkombinationen 4 und Beschichtungen ausreichend Wärme zur Verfügung gestellt werden. Dabei wird die

Anschlussleistung der Widerstandsschweißanlage 1 nicht erhöht. Ebenso wird mit relativ wenig Aufwand eine Schweißbeignung von Blechkombinationen 4 erreicht, welche eine schlechte elektrische Leitfähigkeit besitzen. Beispielsweise besitzen Blechkombinationen 4 mit nichtmetallischen Beschichtungen eine schlechte elektrische Leitfähigkeit und somit eine schlechte Schweißbeignung. Solche Beschichtungen bieten allerdings einen hervorragenden Korrosionsschutz. Gemäß der Erfindung können daher auch Blechkombinationen 4 mit derartigen Beschichtungen ohne Vorbehandlung geschweißt werden. Unter dem Begriff Beschichtung fällt beispielsweise auch ein Klebstoff, mit welchem zwei Bleche verklebt sind. Allgemein gesagt, können gemäß der Erfindung im Wesentlichen sämtliche oberflächenbehandelte Blechkombinationen 4 - wie anhand der beschichteten Bleche beschrieben - verschweißt werden, da eine Schweißbeignung unabhängig vom vorhandenen Gesamt Widerstand hergestellt werden kann.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Schweißen einer Blechkombination (4) mit einer Widerstandsschweißanlage (1), von welcher zum Verschweißen der Blechkombination (4) ein Schweißstrom ($i(t)$) von einer Stromquelle (5) mit einem Transformator (6) über einen aktivierten Hauptstromkreis an Elektroden (3) an eine Schweißstelle geliefert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißstelle über zumindest einen Nebenstromkreis (10) in Abhängigkeit eines Gesamtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) an der Schweißstelle zur Senkung des Gesamtwiderstands (R_g) erwärmt wird, wobei der Gesamtwiderstand (R_g) überwacht wird und zumindest bei Erreichen eines Schwellwerts für den Gesamtwiderstand (R_g) der Hauptstromkreis für die Verschweißung aktiviert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein auf einer Sekundärseite des Transformators (6) angeordneter Teil des Hauptstromkreises von zumindest einem Nebenstromkreis (10) überlagert wird und mit zumindest einer Regeleinheit (9) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) eine Spannung (U) der Sekundärseite zur Erwärmung der Schweißstelle in Abhängigkeit des Gesamtwiderstands (R_g) geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuschalten der zumindest einen Regeleinheit (9) von einer Steuereinheit (13) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) geregelt wird und die zumindest eine Regeleinheit (9) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) in Abhängigkeit vom Wert des Gesamtwiderstands (R_g) derart geregelt wird, dass während des Erwärmens der Wert des Gesamtwiderstands (R_g) gesenkt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch Zuschalten und Variieren der zumindest einen Regeleinheit (9) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) die Spannung (U) an der Schweißstelle an den Wert des Gesamtwiderstands (R_g) angepasst wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung (U) über eine Mindestdauer geregelt wird.



6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Regeleinheit (9) durch eine Stromquelle und/oder eine Spannungsquelle mit einer Zusatzbeschaltung (12) gebildet wird, wobei die Zusatzbeschaltung (12) durch Impedanzen, induktive bzw. kapazitive Koppler und/oder Halbleiterbauelemente gebildet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des Gesamtwiderstands (R_g) mit einer in dem zumindest einen Nebenstromkreis (10) integrierten Strommessung und/oder einer Spannungsmessung überwacht und mit einem Schwellwert verglichen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass während des Erwärmens der Schweißstelle ein Druck der Elektroden (3) auf die Blechkombination (4) von einer Zangensteuerung (15) der Widerstandsschweißanlage (1) in Abhängigkeit des Werts des Gesamtwiderstands (R_g) geregelt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass während des Erwärmens der Schweißstelle die Kühlung zumindest einer Elektrode (3) in Abhängigkeit des Werts des Gesamtwiderstands (R_g) reduziert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kommunikation zwischen einer Steuereinheit (13) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) und der Zangensteuerung (15) durchgeführt wird.
11. Widerstandsschweißanlage (1) zum Schweißen einer Blechkombination (4), wobei zwei Elektroden (3) mit einem Hauptstromkreis einer Sekundärseite eines Transformators (6) einer Stromquelle (5) verbunden sind und zur Durchführung der Schweißung an einer Schweißstelle ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Sekundärseite des Hauptstromkreises zumindest ein Nebenstromkreis (10) zuschaltbar ist, und der zumindest eine Nebenstromkreis (10) mit zumindest einer Regeleinheit (9) zur Regelung der Spannung an der Sekundärseite des Transformators (6) in Abhängigkeit eines Gesamtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) an der Schweißstelle versehen ist.

12. Widerstandsschweißanlage (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messeinrichtung (14) zur Messung des Gesamtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) in dem zumindest einen Nebenstromkreis (10) integriert ist.

13. Widerstandsschweißanlage (1) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (13) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) mit einer Zangensteuerung (15) verbunden ist.

14. Widerstandsschweißanlage (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Regeleinheit (9) durch ein Lichtbogen-Schweißgerät gebildet ist.

008080

1/3

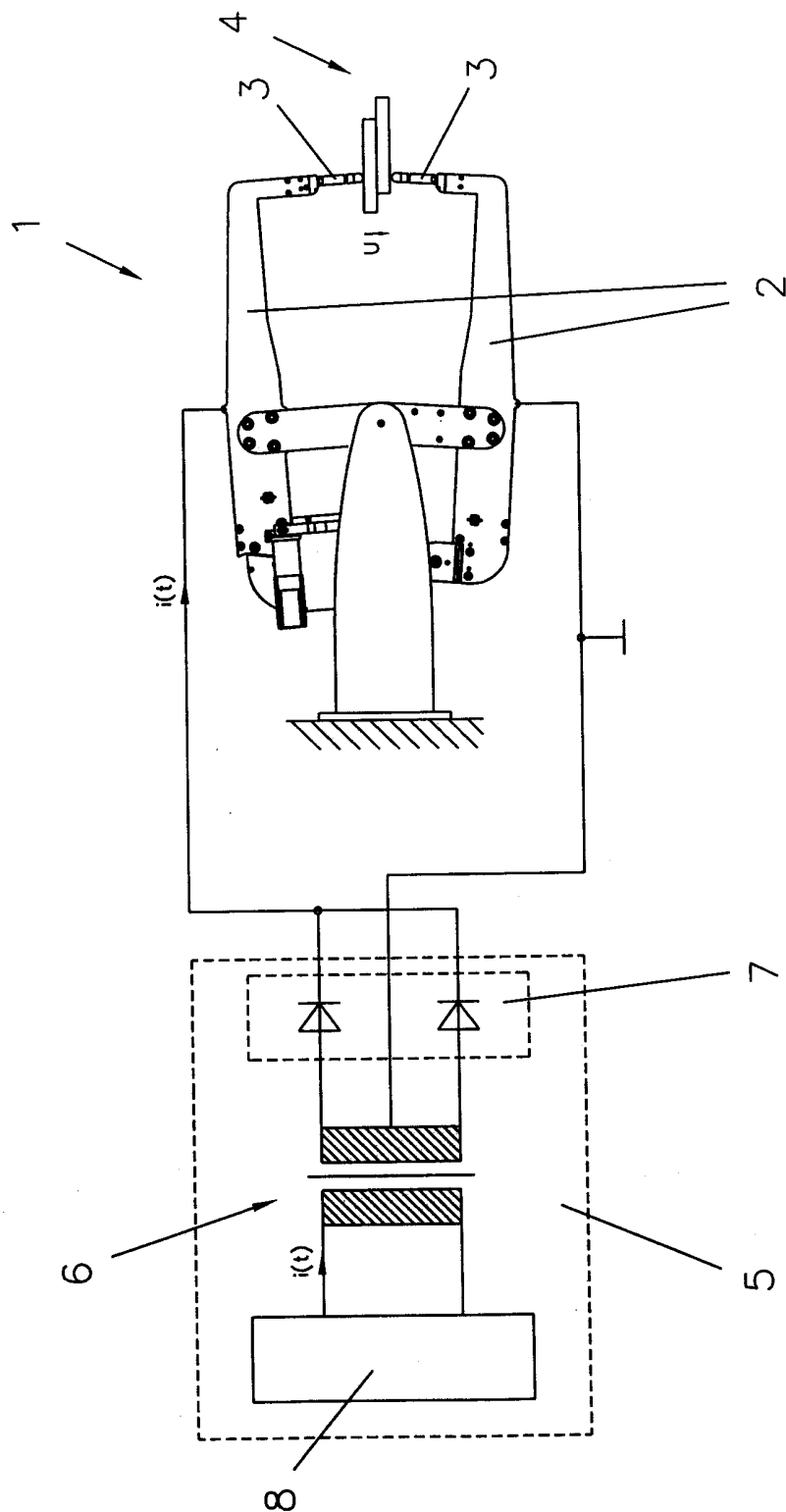
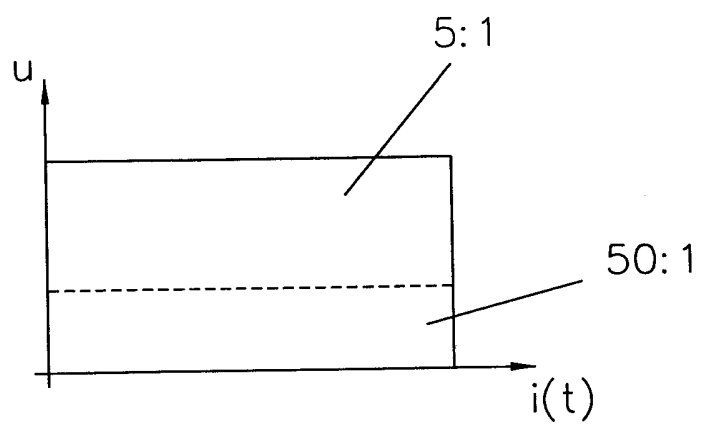
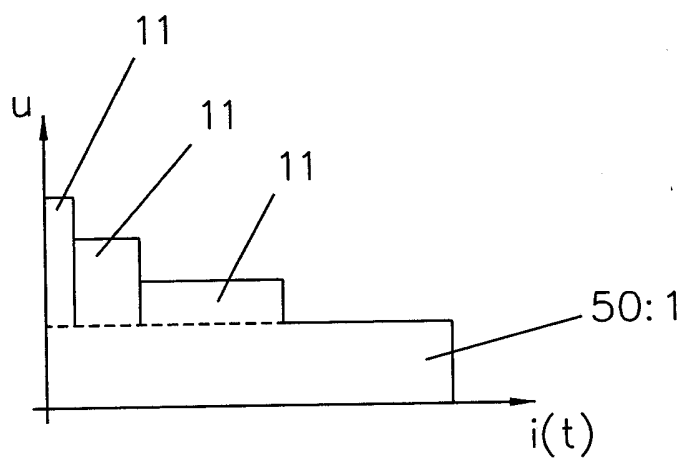
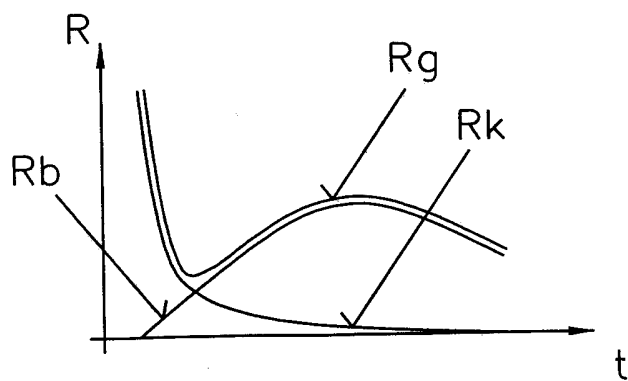


Fig.1

Fig.2**Fig.3****Fig.5**



Patentansprüche:

1. Verfahren zum Schweißen einer Blechkombination (4) mit einer Widerstandsschweißanlage (1), von welcher zum Verschweißen der Blechkombination (4) ein Schweißstrom ($i(t)$) von einer Stromquelle (5) mit einem Transformator (6) über einen aktivierten Hauptstromkreis an Elektroden (3) an eine Schweißstelle geliefert wird, und die Schweißstelle über zumindest einen, dem Hauptstromkreis zugeschalteten, Nebenstromkreis (10) in Abhängigkeit eines überwachten Gesamtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) an der Schweißstelle zur Senkung des Gesamtwiderstands (R_g) erwärmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Nebenstromkreis (10) zumindest eine Quelle (11) und zumindest eine Regeleinheit (9) beinhaltet, und mit der zumindest einen Regeleinheit (9) die Spannung an der Sekundärseite des Transformators (6) über die zumindest eine Quelle (11) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) in Abhängigkeit des Gesamtwiderstandes (R_g) geregelt wird, und zumindest bei Erreichen eines Schwellwerts für den Gesamtwiderstand (R_g) der Hauptstromkreis für die Verschweißung aktiviert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuschalten der zumindest einen Regeleinheit (9) von einer Steuereinheit (13) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) geregelt wird und die zumindest eine Regeleinheit (9) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) in Abhängigkeit vom Wert des Gesamtwiderstands (R_g) derart geregelt wird, dass während des Erwärmens der Wert des Gesamtwiderstands (R_g) gesenkt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch Zuschalten und Variieren der zumindest einen Regeleinheit (9) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) die Spannung (U) an der Schweißstelle an den Wert des Gesamtwiderstands (R_g) angepasst wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung (U) über eine Minstdauer geregelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Quellen (11) jedes Nebenstromkreises durch

eine Zusatzbeschaltung, insbesondere Halbleiterbauelemente (12), Impedanzen, induktive bzw. kapazitive Koppler, zugeschaltet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des Gesamtwiderstands (R_g) mit einer in dem zumindest einen Nebenstromkreis (10) integrierten Strommessung und/oder einer Spannungsmessung überwacht und mit einem Schwellwert verglichen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass während des Erwärmens der Schweißstelle ein Druck der Elektroden (3) auf die Blechkombination (4) von einer Zangensteuerung (15) der Widerstandsschweißanlage (1) in Abhängigkeit des Werts des Gesamtwiderstands (R_g) geregelt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass während des Erwärmens der Schweißstelle die Kühlung zumindest einer Elektrode (3) in Abhängigkeit des Werts des Gesamtwiderstands (R_g) reduziert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kommunikation zwischen der Steuereinheit (13) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) und der Zangensteuerung (15) durchgeführt wird.

10. Widerstandsschweißanlage (1) zum Schweißen einer Blechkombination (4), wobei zwei Elektroden (3) mit einem Hauptstromkreis einer Sekundärseite eines Transformators (6) einer Stromquelle (5) verbunden sind und zur Durchführung der Schweißung an einer Schweißstelle ausgebildet sind, und der Sekundärseite des Hauptstromkreises zumindest ein Nebenstromkreis (10) zuschaltbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Nebenstromkreis (10) mit zumindest einer Quelle (11) und zumindest einer Regелеinheit (9) zur Regelung der Spannung an der Sekundärseite des Transformators (6) in Abhängigkeit eines Gesamtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) an der Schweißstelle versehen ist.

11. Widerstandsschweißanlage (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messeinrichtung (14) zur Messung des Ge-

samtwiderstands (R_g) der Blechkombination (4) in dem zumindest einen Nebenstromkreis (10) integriert ist.

12. Widerstandsschweißanlage (1) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit (13) des zumindest einen Nebenstromkreises (10) mit einer Zangensteuerung (15) verbunden ist.

13. Widerstandsschweißanlage (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Regeleinheit (9) durch eine Prozessregelungseinheit eines Lichtbogen-Schweißgeräts gebildet ist.



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC⁸:
B23K 11/24 (2006.01); B23K 11/34 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:
B23K 11/24A, B23K 11/34

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B23K

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **12. August 2009** eingereichten Ansprüchen **1-14** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 202008012268 U1 (HONDA MOTOR CO LTD) 12. März 2009 (12.03.2009) <i>Absätze [0007-0009, 0038]; Ansprüche 1, 4-6; Fig. 2a, 4a.</i>	1, 7, 11
	--	
A	DE 10015910 C1 (IDEAL-WERK) 22. August 2002 (22.08.2002) <i>Absätze [0009-0016, 0023].</i>	1, 11
	--	
A	EP 1157774 A2 (MIYACHI TECHNOS CORPORATION) 28. November 2001 (28.11.2001) <i>Absätze [0041-0045].</i>	1, 11
	--	
A	DE 4313502 A1 (OBO BETTERMANN OHG) 27. Oktober 1994 (27.10.1994) <i>Spalte 4, Zeile 38 - Spalte 5, Zeile 5; Fig. 4, 6.</i>	1, 11

Datum der Beendigung der Recherche:
4. Juni 2010

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dipl.-Ing. MEHLMAUER

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von **Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.