DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **252 778 A1**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) **B 23 K 11/24**

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

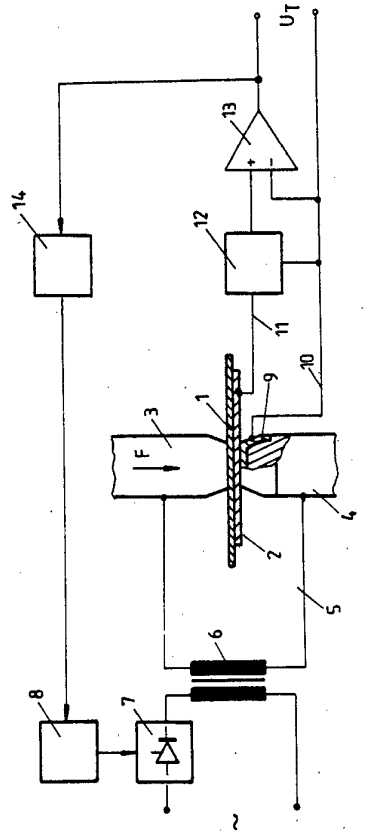
(21) WP B 23 K / 294 632 0 (22) 24.09.86 (44) 30.12.87

(71) Zentralinstitut für Schweißtechnik der DDR, Köthener Straße 33a, Halle, 4060, DD
(72) Uhlmann, Mathias, Dipl.-Ing.; Faber, Wilfried, Dr.-Ing.; Kühne, Wolfgang; Lindenau, Dieter, DD

(54) Verfahren zur Temperaturführung beim Widerstandsschweiß- und Lötprozeß

(55) Verfahren, Temperaturführung, Widerstandsschweißen, Schweißverbindung, Festigkeit, Werkstoffkombination, Signal, Thermospannung, Elektroden, Messen.

(57) Bei dem Verfahren wird während des Schweißprozesses die der Schweißspannung zwischen den Elektroden sich überlagernde Thermospannung entweder zwischen der unteren Elektrode und den zu verbindenden Werkstücken gleichen Werkstoffes gemessen oder es erfolgt ein direktes Messen zwischen den Werkstücken unterschiedlicher Werkstoffzusammensetzung in der Weise, daß eine Meßleitung an dem unteren Werkstück leitend befestigt wird und eine zweite Meßleitung entweder mit der unteren Elektrode oder mit dem oberen Werkstück verbunden wird und nachfolgend das Trennen der thermoelektrischen Gleichspannung von der Schweiß-Wechselspannung mittels einer Signalverarbeitungseinheit erfolgt. Figur



ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Temperaturführung beim Widerstandsschweiß- und Lötprozeß durch direkte Erfassung von Schweißspannungssignalen, insbesondere beim Punkt- und Buckelschweißen mit Wärmeführung in der Schweißmaschine zur Erzielung von Schweißverbindungen hoher Festigkeit bei aufhärtungsempfindlichen Stählen und Werkstoffkombinationen, **gekennzeichnet dadurch,** daß während des Schweißprozesses die der Schweißspannung zwischen den Elektroden (3; 4) sich überlagernde Thermospannung entweder zwischen der Elektrode (4) und den zu verbindenden Werkstücken (1; 2) gleichen Werkstoffes gemessen wird oder ein direktes Messen zwischen den Werkstücken (1; 2) unterschiedlicher Werkstoffzusammensetzung in der Weise erfolgt, daß eine Meßleitung (11) an dem Werkstück (2) leitend befestigt und eine zweite Meßleitung (10) entweder mit der Elektrode (4) oder mit dem Werkstück (1) verbunden wird, und nachfolgend das Trennen der maßgebenden Thermogleichspannung von dem ihr überlagerten Schweiß-Wechselspannungsanteil mittels einer Signalverarbeitungseinheit (12) erfolgt.
2. Verfahren zur Temperaturführung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß zum Verschweißen der Werkstücke (1; 2) gleicher chemischer Zusammensetzung eine Elektrode (4) verwendet wird aus einem Material, das in der thermoelektrischen Spannungsreihe weit entfernt vom Werkstückmaterial liegt oder zumindest mit einer Kappe (9) oder mit einem Überzug diesen Materials versehen wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperaturführung beim Widerstandsschweiß- und Lötprozeß durch direkte Erfassung von Schweißspannungssignalen, insbesondere beim Punkt- und Buckelschweißen mit Wärmeführung in der Schweißmaschine zur Erzielung von Schweißverbindungen hoher Festigkeit bei aufhärtungsempfindlichen Stählen und Werkstoffkombinationen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist allgemein bekannt, daß ein Messen hoher Temperaturen mit Thermoelementen, Thermowiderständen und anderen berührenden thermoelektrischen Wandlern und berührungslos über Strahlungspyrometer möglich ist. So ist aus der Fachliteratur ein Pyrometer bekannt, das in eine Bohrung im bestimmten Abstand von der Elektrodenarbeitsfläche eingebaut ist. Das Pyrometer kann durch einen Glasfiberschlauch ersetzt werden und Meßzelle außerhalb der Elektrode sein. Das Ausgangssignal ist ein Signal für eine Überhitzung und optimale Schweißung. Das System soll sich für eine Regelung des Schweißvorganges eignen.
Der Nachteil ist darin zu sehen, daß die Messung fehlerhaft ist, da schon eine geänderte Elektrodenform Festigkeits- und Gefügebeeinflussungen bewirken. Außerdem ist dieses Verfahren durch den Elektrodenverschleiß für die Fertigung nicht geeignet.
Weiterhin ist ein Verfahren zur Temperaturmessung mit Farbpyrometer bekannt. Da man die Schweißstelle optisch nicht anvisieren kann, beschränkt man sich auf das Messen der Umgebungstemperatur. Bei dünnen Blechen und kurzen Schweißzeiten ist die Erwärmung der Umgebung gering. Ungünstig wirkt sich hier der große Temperaturgradient und die Form der Elektrode aus, die einen größeren Bereich als den eigentlichen Schweißpunkt optisch abdecken.
Die DE-OS 2835750 stellt ein Verfahren vor, bei welchem über einen Heißleiter (Meßfühler) an der Elektrode deren Erwärmung erfaßt und mit diesem Wert der elektrische Energieeintrag gesteuert wird. Der Meßfühler ist als temperaturabhängiger Widerstand ausgebildet. Ein Verfahren und Anordnung zur automatischen Steuerung von Widerstandsschweißvorrichtungen wird in der DE-OS 3150199 offenbart, bei dem aus der Dauer der vorangegangenen Schweißvorgänge auf die Temperatur geschlossen wird. Die Dauer wird durch Zählen der Perioden gemessen. Zu- und Abnahmebedingungen eines vorgewählten Algorithmus wird mit dem Periodenzählwert verglichen.
Bekannt ist auch, zur Führung des Schweißprozesses die eingebrachte Energie in Form der Schweißspannung, des Schweißstromes und der Schweißzeit zu messen und nach einem vorgegebenen Algorithmus auf die Temperaturen und damit auf die sich ausbildenden Gefüge zu schließen. Dieses Verfahren ist stark fehlerbehaftet, da die wirksame Energieumsetzung und die Verluste nicht erfaßt werden.
Nach der DE-OS 1 916539 wird ein Verfahren und Vorrichtung offenbart, wobei die Amplitude des Schweißstromes während des Schweißvorganges und der Restzeit ständig vergrößert wird. Hierbei ist der Strom jedoch nicht steuerbar. Ein ähnliches Verfahren beinhaltet auch die DE-OS 1918306.

In der DE-AS 2346561 wird eine Prozeßregelung beschrieben, bei der aus gemessenen Parametern Istwerte mit Sollwerten verglichen werden. In der DE-OS 2919360 wird ein Schweißtakter vorgestellt, bei dem mittels von im Primärstromkreis liegenden elektrischen Schaltern der Schweißstrom in Abhängigkeit von elektrischen Führungsgrößen geregelt wird. Eine gezielte Wärmeführung ist mit diesem Verfahren nicht möglich, da vorgegebene Parameter für verschiedene Werkstücke aus gut schweißbaren Werkstoffen im Mikrocomputer gespeichert sind.
Ein Verfahren zur Wärmeführung und -behandlung beim Widerstandsschweißen beschreibt die DD-PS 225369. Es wird mit Hilfe einer Impulssteuerung der Zündwinkel der Schweißthyristoren verändert und somit der Wärmeverlauf nach einem vorgegebenen ZTU-Schaubild gesteuert, um ein bestimmtes Gefüge zu erhalten. Eine Temperaturerfassung und -steuerung während des Schweiß- und Wärmebehandlungsprozesses ist jedoch nicht möglich und damit eine Reaktion auf Unregelmäßigkeiten ausgeschlossen.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, durch geeignete Temperaturführung beim Widerstandsschweiß- und Lötprozeß, insbesondere beim Verbinden aufhärtungsempfindlicher Werkstoffe und Materialkombinationen, reproduzierbare Verbindungen mit reduzierter Schlagempfindlichkeit und Rißbildung sowie einen bestimmten Gefügeaufbau zu erhalten.

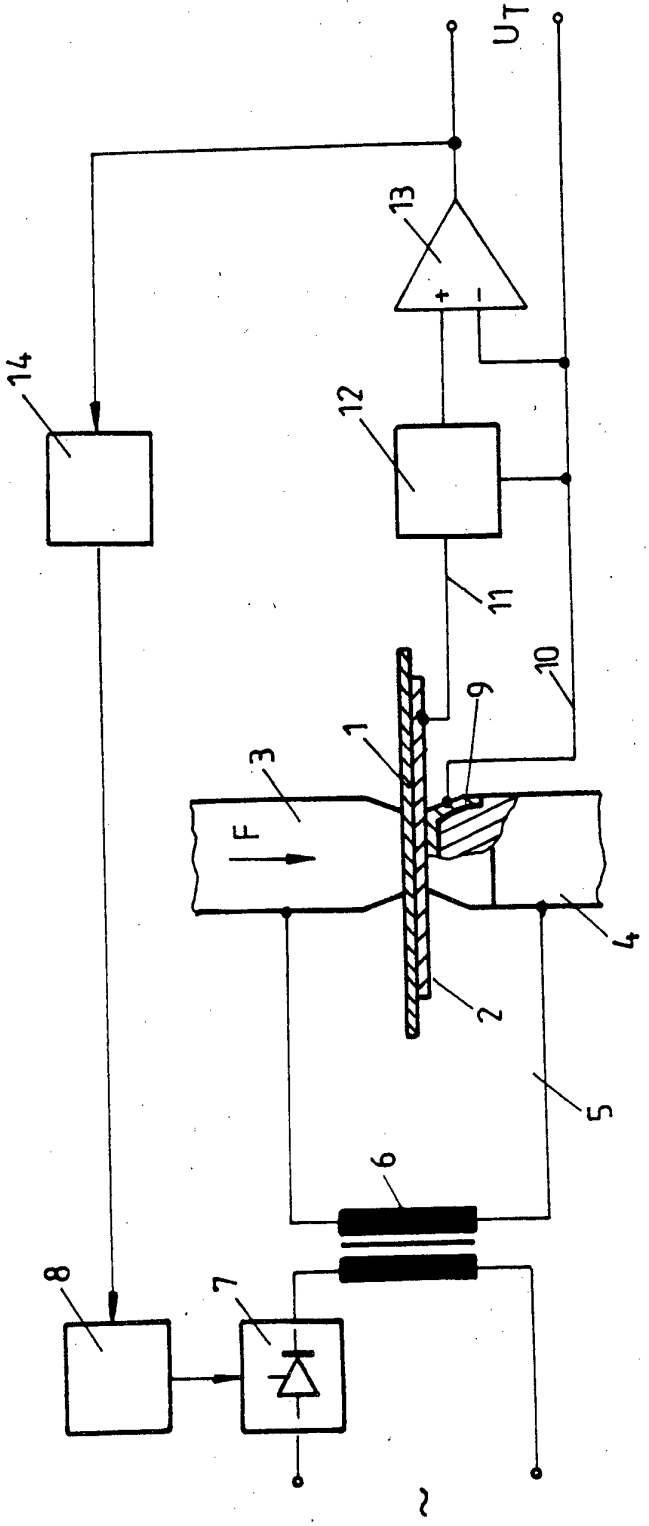
Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Temperaturführung beim Widerstandsschweiß- und Lötprozeß, insbesondere beim Punkt- und Buckelschweißen, zu entwickeln, welches durch unmittelbares Erfassen der Wärmeeinbringung bzw. der wirksamen Energie an der Schweißstelle während des Arbeitsprozesses mittels einer geeigneten Prozeßführung Schweißverbindungen hoher Festigkeit bei aufhärtungsempfindlichen Stählen und Werkstoffkombinationen gewährleistet.
Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß während des Schweißprozesses die der Schweißspannung zwischen zwei Elektroden sich überlagernde Thermospannung zwischen einer der Elektroden und den zu verbindenden Werkstoffen gemessen wird oder ein direktes Messen zwischen Werkstücken unterschiedlichen Werkstoffes in der Weise erfolgt, daß eine Meßleitung mit einem der Werkstücke leitend verbunden wird und eine zweite Meßleitung entweder mit der unteren Elektrode oder mit dem oberen Werkstück in Kontakt gebracht wird, und daß über eine Signalverarbeitungseinheit die maßgebende Thermogleichspannung von dem ihr überlagerten Schweiß-Wechselspannungsanteil getrennt wird. Diese momentane Thermogleichspannung liegt als Istgröße am Eingang einer Prozeßsteuerung an, die den Energieeintrag entsprechend einem vorgegebenen Modell durch Beeinflussung des Schweißstromes und/oder der Stromflußzeit bestimmt.
Beim Verschweißen von Werkstücken gleicher chemischer Zusammensetzung wird eine Elektrode verwendet, die entweder aus einem Material besteht, das in der thermoelektrischen Spannungsreihe weit entfernt vom Werkstückmaterial steht oder zumindest mit einer Kappe oder Überzug dieses Materials versehen wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel und der dazugehörigen Zeichnung näher erläutert werden, welche die schematische Darstellung des Verfahrens zeigt.
Die zwei zu verschweißenden Werkstücke 1; 2 werden in bekannter Weise von den Elektroden 3; 4 mit der Druckkraft F zusammengepreßt. Über die Schweißleitungen 5 wird bei Signalgabe der Ansteuerung 8 über den Tyristorschalter 7 und den Transformator 6 ein Stromfluß realisiert. Während der Stromflußphase wird an den Kontaktstellen zwischen den Elektroden 3; 4 und den Werkstücken 1; 2 Energie umgesetzt, die zur Erwärmung dieser Gebiete führt. Zur Erzielung reproduzierbarer Verbindungen mit reduzierter Schlagempfindlichkeit und Rißbildung durch einen definierten Gefügeaufbau ist es bekanntlich notwendig, den Temperaturgang zu steuern. Dazu wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die bei Erwärmung entstehende Thermospannung zwischen dem Werkstück 2 und der Elektrode 4 zu messen. Hierzu werden an die Elektrode 4 die Meßleitung 10 und an das Werkstück 2 die Meßleitung 11 befestigt. Beide Meßleitungen 10; 11 bestehen aus gleichem Material, zum Beispiel Kupfer. Vorteilhafterweise erfolgt die Kontaktierung der Meßleitung 11 an das Werkstück 2 über die Werkstückhalterung/Beschickungseinrichtung. Zur Vergrößerung der meßbaren Thermospannung wird die Elektrode 4 entweder aus einem Material gefertigt, das in der thermoelektrischen Spannungsreihe weit vom Werkstückmaterial entfernt steht, oder es besitzt zumindest eine Kappe aus diesem Material. Beim Verschweißen von Werkstücken 1; 2 aus Stahl empfiehlt sich die Anwendung von Nickel, beispielsweise in Form der Nickelkappe 9. Die Meßleitungen 10; 11 stehen mit der Signalverarbeitungseinheit 12 in Wirkverbindung. Sie trennt durch bekannte Integratorschaltungen oder Spitzenspannungsmesser die thermoelektrische Gleichspannung von dem ihr überlagerten Schweißwechselspannungsanteil.

Die thermoelektrische Gleichspannung wird dem Verstärker 13 zugeführt und steht danach als temperaturproportionale Ausgangsspannung U_T für Prozeßsteuerungsaufgaben zur Verfügung. Beispielsweise kann sie bei Erreichen einer vorgegebenen Temperatur an der Verbindungsstelle über den Übertrager 14 die Ansteuerung 8 veranlassen, den Thyristorschalter 7 zu öffnen.
Sind zwei Werkstücke 1; 2 zu verschweißen, die sich in ihrem Werkstoff bezüglich ihrer Stellung in der thermoelektrischen Spannungsreihe deutlich unterscheiden, z.B. Kupfer und Neusilber, wird die Thermospannung vorteilhafterweise direkt an den Werkstücken 1; 2 abgegriffen, indem die Meßleitung 10 mit dem Werkstück 1 und Meßleitung 11 mit dem Werkstück verbunden werden. Bei Anwendung der gleichen Signalauswertung über Signalverarbeitungseinheit 12 und Verstärker 13 beschreibt die temperaturproportionale Ausgangsspannung U_T direkt die Temperatur der Verbindungsstelle der beiden Werkstücke 1; 2.


U_T
13
+
-
14
12
11
10
9
1
3
F
4
2
5
6
8
7
~