



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 09 725 T2 2005.08.25**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 214 168 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B23K 9/127**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 09 725.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/01732**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 904 524.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/053031**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.01.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **26.07.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.06.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **07.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.08.2005**

(73) Patentinhaber:  
**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE**

(74) Vertreter:  
**Voigt, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 65239 Hochheim**

(72) Erfinder:  
**LARRANAGA, Ignacio, Javier, Bristol, US;  
CRINITI, Joseph, New Britain, US; NEWTON, Alber,  
William, Plainville, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN UND STEuern EINES SCHWEISS -ODER LÖTBETRIEBS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Widerstands-Schweiß/Hartlötvorgänge und insbesondere auf eine verbesserte Widerstands-Schweißausführung, die einen kontaktlosen Temperatursensor zum Vorsehen einer verbesserten Verbindung zwischen den verschweißten Materialien und den Hartlötmaterialien benutzt.

**[0002]** Die Überwachung und Steuerung von Widerstands-Punktschweißeinrichtungen ist auf dem Fachgebiet gut bekannt. Neuere Ausführungen aus dem Stand der Technik haben sich auf die Versetzung der Elektroden während des Schweißens gerichtet, um einen verbesserten Schweißvorgang zu erzielen. Das US-Patent No. 5,789,719 zum Beispiel ist gerichtet auf die Fixierung der Elektroden gegen eine Verschiebung nach außen, wenn sich die metallischen Werkstücke während der Zuführung des Schweißstromes ausdehnen, sowie auf das Zulassen einer Verschiebung der Elektroden nach innen nach dem Aufweichen des metallischen Lots bzw. Nuggets.

**[0003]** Jedoch sind die Widerstands-Schweißanordnungen nach dem Stand der Technik immer noch nicht zufriedenstellend. Das bedeutet, die Qualität der Widerstandsschweißung ist empfindlich und deshalb abhängig von einer Vielzahl von Faktoren, zum Beispiel von der Temperatur der Elektroden während des Einsatzes. Diese Temperatur kann zum Beispiel zu Beginn variieren, wenn die ersten Schweißungen eine längere Zeit brauchen können, um eine befriedigende Schweißung zustande zu bringen. Ferner werden eine Elektrodenerosion oder eine Elektrodenabnutzung unzureichende Ergebnisse erzeugen, weil sich der Stromübergang von den Elektroden auf das Material verschlechtert, was Widerstandsveränderungen erzeugt. Weiterhin können Veränderungen in der Schweißung erzeugt werden durch Unterschiede in der Materialqualität, hinsichtlich der Materialoberfläche (finish) oder der Grenzflächenbeschichtung auf den Materialien. Es können eine oder alle dieser Veränderungen zu jedem gegebenen Moment während eines Widerstands-Hartlötverfahrens auftreten, und der Bediener der Schweißeinrichtung muß die beschriebenen Veränderungen kompensieren, indem er die Steuerparameter für die Schweißung (Zeit, prozentualer Strom, Anzahl Zyklen) entsprechend anpaßt, um befriedigende Ergebnisse zu erzielen. Diese intensive und möglichst akkurate menschliche Mitwirkung bei dem Widerstands-Hartlötverfahren kann zu unerwünschten und unbefriedigenden Ergebnissen führen.

**[0004]** Ein Versuch zur Verbesserung des Widerstands-Schweißvorgangs wird beschrieben im

US-Patent No. 5,672,943. Jedoch richtet sich dieses US-Patent insbesondere hinsichtlich seines Verbesserungsgedankens auf die Kräfte, die während des Vorgangs auf die Elektroden ausgeübt werden, um den Schweißprozess zu verbessern.

**[0005]** Es ist schwierig, die fertiggestellten Produkte hinsichtlich der Qualität ihrer Hartlötung ohne aufwendige Ultraschalltechniken und/oder andere Maßnahmen zu beurteilen, und es ist deshalb wünschenswert, ein System zum Überwachen und Steuern eines Widerstands-Schweißvorgangs bereitzustellen, das sowohl die Qualität der damit erzeugten Produkte verbessert und dabei gleichzeitig die intensive und genaue erforderliche gegenseitige Abstimmung zwischen dem System und dem Bediener des Systems zu reduzieren. Die hier beschriebene vorliegende Erfindung erreicht die zuvor genannten sowie die nachfolgend aufgeführten Ziele.

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** Allgemein gesprochen wird gemäß der Erfindung ein System zum Überwachen und Steuern eines Hartlötvorgangs an einem Werkstück angegeben. In der bevorzugten Ausführung weist das System eine Schweißeinrichtung mit im Abstand davon angeordneten Elektroden auf. Der Elektrodendruck wird benutzt, um das Werkstück zusammen zu drücken. Es wird ein Strom durch das Werkstück angelegt, um mit der Zeit und mit entsprechendem Druck eine ausreichende Aufheizung zu erzeugen, um ein Hartlötmaterial in dem Werkstück zu schmelzen. Die Wärme wird erzeugt mittels des Widerstandes, den das Werkstück dem elektrischen Stromfluß entgegen setzt. Das System enthält weiterhin eine Steuerung zum Steuern des Hartlötvorgangs, wobei die Steuerung die Dauer der Zeit steuert, während der Strom durch das Werkstück fließt. Gemäß der Erfindung ist weiterhin ein nicht-kontaktierender bzw. kontaktloser Sensor vorgesehen, wie zum Beispiel ein Infrarot-Sensor, der mit der Steuerung gekoppelt ist und die Temperatur der Nahtstelle oder des Hartlötmaterials mißt. Auf diese Weise veranlaßt bei einer vorbestimmten, von dem Sensor gemessenen Temperatur die Steuerung, daß die Stromzuführung zu dem Werkstück beendet wird.

**[0007]** Demzufolge ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes System zum Überwachen und Steuern eines Widerstands-Schweißvorgangs anzugeben.

**[0008]** Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Erzeugnis anzugeben, das mittels eines Widerstands-Schweiß/Hartlötvorgangs gebildet wird.

**[0009]** Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein System zum Überwachen und Steuern

ern eines Widerstands-Schweißvorgangs anzugeben, der nur eine minimale menschliche Einbeziehung erfordert.

**[0010]** Es liegt eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein System zum Sicherstellen eines gleichmäßigeren und genauer verteilten Hartlötmaterials in einem geschweißten bzw. hartgelöteten Produkt anzugeben.

**[0011]** Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die optimalen Arbeitsparameter für das Hartlötmaterial vorzusehen, und zwar ohne Rücksicht auf die Zeitdauer, seit der die Widerstandsschweißeinrichtung bereits in Betrieb ist, sowie ohne Rücksicht auf die Korrosion, die Abnutzung oder Oxidation auf den Elektroden oder auf den hartzulöten Materialien.

**[0012]** Eine wiederum weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Herstellung von mit Widerstandsschweißung erzeugten Produkten aufgrund des verbesserten automatischen Verfahrens zu optimieren, wie es durch Anwendung der vorliegenden Erfindung zur Verfügung steht.

**[0013]** Noch weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden zum einen Teil auf der Hand liegen und zum anderen Teil deutlich werden aus der Beschreibung, wie zum Beispiel die Vermeidung einer Materialausglühung bzw.-temperung oder Aufweichung durch einen Hartlötvorgang.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGEN

**[0014]** Allgemein gesprochen sind Systeme bekannt, die eine Basis für Schweiß/Hartlötvorgänge gemäß der vorliegenden Erfindung bilden. Im folgenden sollte die Bezugnahme auf ein Schweiß- oder Hartlötmaterial, eine entsprechende Einrichtung oder einen solchen Vorgang verstanden werden als ein "Schweiß/Hartlöt"-Material, eine entsprechende Einrichtung oder einen solchen Vorgang. Das System enthält einen Temperatursensor, wie zum Beispiel einen Infrarotsensor, eine Schweißeinrichtung sowie eine Steuerung zum Steuern sowohl der Schweiß/Hartlötvorgänge als auch für die Schnittstellensteuerung bzw. Verbindung mit dem Sensor, wobei die Einzelheiten davon nachfolgend erörtert werden.

**[0015]** Bei der Schweißeinrichtung kann es sich um irgendeine der vielen derzeit bekannten Schweißeinrichtungen handeln, da die vorliegende Erfindung in einfacher Weise daran anpaßbar und darin integrierbar ist. Deshalb werden der Einfachheit halber die Einzelheiten einer Schweißeinrichtung hier weggelassen, obwohl die grundsätzlichen Vorgänge davon zur Erleichterung für den Leser nun erörtert werden.

**[0016]** Eine Schweißeinrichtung eignet sich insbesondere für das Schweißen und besonders für einen Hartlötvorgang. Eine Schweißeinrichtung kann einen festen Rahmen mit (nicht gezeigten) Flanschen aufweisen, die sich entlang einer Seite davon erstrecken. Der Rahmen kann geeignete Befestigungsvorrichtungen für den sicheren Halt der Einrichtung an einem größeren Gehäuse oder Ständer enthalten. Ein größeres Gehäuse oder eine Plattform (nicht gezeigt) wird die Schweißeinrichtung sicher abstützen.

**[0017]** Die Schweißeinrichtung kann eine Führungsstange aufweisen, an der ein erster sowie ein zweiter Arm fest montiert sind. Die Arme unterstützen dabei die Ausbalancierung des Drucks, der von einem Paar von gegenüberliegend montierten Elektroden auf ein Werkstück ausgeübt wird. Die Führungsstange kann wechselseitig längs einer Schiene entlang einer Oberfläche von dem Rahmen beweglich sein. Ein Vorspannelement, zum Beispiel eine Feder, ein hydraulischer oder pneumatischer Zylinder, kann mit der Führungsstange über eine Gewindestange gekoppelt sein. Auf diese Weise ist die Führungsstange in Richtung auf das Werkstück hin bewegbar.

**[0018]** Der zweite Arm enthält eine Montageklammer mit einem auf der Führungsstange montierten verlängerten Element. Von dem anderen Ende der Klammer erstreckt sich ein "L-förmiges" Element, das damit einstückig ausgebildet sein kann. Ein Ende des Elements enthält einen konventionellen Elektrodenhalter, der eine konventionelle Elektrode trägt. Über eine Stromversorgung wird elektrischer Strom über ein in dem Elektrodenhalter sowie dem Element angebrachtes elektrisches Material auf die Elektrode geführt. Der elektrische Strom wird von einer (nicht gezeigten) Stromversorgung durch eine Stromschiene über einen (nicht gezeigten) Draht in dem zweiten Arm geleitet. Der Draht ist vorzugsweise flexibel, um (falls erforderlich) eine Bewegung des zweiten Arms zu ermöglichen. Die Elektrode kann als von dem Element abschraubbar ausgestaltet sein.

**[0019]** Als ein Beispiel kann der erste Arm einen inneren Zylinder mit einem kolbenartigen Stab enthalten, der einen Elektrodenhalter sowie eine Elektrode trägt.

**[0020]** Beim Betrieb bewirkt die Druckerzeugung des Zylinders die Verlängerung des Stabs nach unten und veranlaßt dadurch die Elektrode, sich in Richtung auf das Werkstück hin zu bewegen. Der Zylinder wird ausreichend unter Druck gesetzt, um einen vorbestimmten Druck (oder Klemmkraft) auf das Werkstück auszuüben. Die Klemmkraft hält die Elektroden in ausreichendem Maß sicher in Kontakt mit dem Werkstück. Entsprechend dem Fachwissen würde die Kraft unterschiedlich sein, und zwar je nach der Beschaffenheit des Werkstücks sowie der Elektroden selbst. Weitere Details für eine geeignete Schweiß-

vorrichtung lassen sich in der Literatur zum Stand der Technik finden, zum Beispiel im US-Patent No. 5,789,719. Es muß jedoch dabei im Bewußtsein gehalten werden, daß die Schweißvorrichtung gegenüber der in dem '719 Patent beschriebenen Form etwas modifiziert worden ist, soweit deren Einzelheiten nicht im Hinblick auf die vorliegende Erfindung kritisch sind.

**[0021]** Wie von einem Fachmann auf dem betreffenden Gebiet sicher verstanden wird, besteht eine kritische Zielvorgabe bei jedem Widerstands/Hartlötvorgang darin, in zutreffender Weise die Beschaffenheit der Elektroden sowie des Werkstücks für die Hartlötung zu berücksichtigen, so daß genügend Wärme erzeugt werden kann, um das Nahtstellenmaterial (Hartlötmaterial) aufzuschmelzen und die beiden Komponenten miteinander zu verbinden. Im einzelnen kann das Werkstück zwei Materialien enthalten, zum Beispiel eine Wolframschicht sowie eine Kupferschicht, wobei Silber als Hartlötmaterial benutzt wird. Für einen einwandfreien Hartlötvorgang muß das Hartlötmaterial seine richtige Schmelztemperatur über eine zutreffende Zeitdauer erreichen. Die Zeitdauer, während der den Elektroden Strom zugeführt wird, bestimmt die Spitzentemperatur des Hartlötmaterials. Eine zu kurze Zeit und das Hartlötmaterial wird nicht richtig fließen, während übermäßige Hitze dazu führen kann, daß das Hartlötmaterial in unerwünschte Bereiche wandert und ebenfalls ein Ausglühen bzw. Tempern des Werkstücks einleiten könnte.

**[0022]** Demzufolge ist gemäß der vorliegenden Erfindung in dem System der Sensor vorgesehen, bei dem es sich um einen Infrarotsensor handeln kann. Der Sensor, bei dem es sich um irgendeinen Typ von nicht-kontaktierendem Sensor zur Hitzefeststellung handeln kann, ist vorzugsweise auf einer Klemme montiert, die an dem Gehäuse fest angebracht sein können. Der Sensor enthält vorzugsweise eine Quelle mit sichtbarem Licht, um die Positionierung des Sensors in der korrekten Stellung zu unterstützen. Der Sensor kann ferner ausgewählt werden in Abhängigkeit von den hartzulötenden Materialien und kann demzufolge entsprechend unterschiedlich sein. Diese Auswahl wird ebenfalls variieren je nach der gewünschten zu messenden Temperatur des Hartlötmaterials. Ein Fachmann auf dem Gebiet würde auf der Grundlage der vorliegenden Beschreibung unschwer in der Lage sein, den richtigen Sensor auszuwählen. Zwischen der Steuerung und dem Sensor wird vorzugsweise eine elektrische Verbindung über eine Leitung vorgesehen.

**[0023]** Die Steuerung steuert, wie oben angegeben, den Schweiß/Hartlötvorgang in einer Weise, die von Fachleuten auf dem Gebiet gut verstanden ist. Die Steuerung, die ebenfalls eine Schnittstelle mit dem Sensor aufweist, überwacht zusätzlich die Tempera-

tur an der Schnittstelle der Materialien, die gerade hartverlötet werden. Die Temperatur wird gemessen von dem Sensor. Wie man verstehen wird, erzielt die Positionierung des Sensors nahe am Werkstück sowie seine Ausrichtung auf das Hartlötmaterial die sehr genaue kontaktlose Messung und Überwachung von dem Hartlötvorgang, insbesondere von dem Schmelzvorgang des Hartlötmaterials.

**[0024]** Im Betrieb kann nun die Temperatur des Hartlötmaterials in genauer Weise von dem Sensor gemessen und von der Steuerung überwacht werden. Die Steuerung enthält eine (nicht gezeigte) Schnittstellen- bzw. Interfaceeinheit, in die die temperaturmäßigen Einstellpunkte für die jeweilige Anwendung eingegeben werden. Die Schnittstelleneinheit gibt das Signal aus an die (nicht gezeigten) Stromschalter in der Vorrichtung, um den Stromfluß zu beenden. Die Steuerung tastet die Daten von dem Sensor ab, und wenn sie in der richtigen Schwellenlage liegen, wird sie den Stromfluß von einer Stromversorgung unterbrechen. Die Steuerung kann ebenfalls die von dem Sensor gesammelten Daten auf einen (nicht gezeigten) Hauptrechner schicken. Falls gewünscht, können die Daten auf einem Monitor für den Ausdruck mittels eines Druckers angezeigt werden. Die Steuerung kann somit genauer die Zeitdauer für den Hartlötvorgang steuern und damit die Temperatur des Materials an der Nahtstelle. Durch einen solchen Steuerungsvorgang kann die Steuerung in exakter Weise bestimmen, wann das Material an der Nahtstelle die richtige Fließtemperatur der Nahtstellenlegierung erreicht hat und damit, wann die Stromzufuhr an die Elektroden beendet werden soll. Wenn der Stromfluß endet, wird die Andruckkraft der Elektroden noch für eine kurze Zeit beibehalten, um den Eintritt der Verfestigung des Hartlötmaterials zuzulassen. Auf diese Weise wird die Temperatur des Hartlötmaterials überwacht, und zwar unabhängig von der Elektrodentemperatur, der Beschaffenheit der Elektrode und/oder des Materials und/oder der darauf gebildeten Korrosion. Es kann daher die Temperatur des Hartlötmaterials sowie die Qualität der Schweißung unabhängig und exakt aufrechterhalten werden.

**[0025]** Es sollte ferner das Verständnis bestehen, daß die folgenden Ansprüche dazu gedacht sind, alle die allgemeinen und besonderen Merkmale der hierin beschriebenen Erfindung und alle Feststellungen bezüglich des Umfangs der Erfindung, die sprachlich darunterfallen, abzudecken.

**[0026]** Es können zusätzlich positionierte Temperatursensoren zusätzlich zu dem beschriebenen einzelnen Sensor benutzt werden, um ein noch genaueres und in seiner Qualität verbessertes Produkt mit Widerstandsschweißung zu erzielen.

**Patentansprüche**

1. System zum Überwachen und Steuern eines Schweiß/Hartlötvorganges an einem Werkstück, wobei das Werkstück ein erstes Material, ein zweites Material im Abstand davon und ein dazwischen angeordnetes Hartlötmaterial aufweist, wobei das Hartlötmaterial einen niedrigeren Schmelzpunkt als entweder das erste oder zweite Material hat, wobei das System enthält:

eine Schweißeinrichtung mit einer ersten Elektrode und einer zweiten Elektrode im Abstand davon, eine Stromversorgungseinrichtung zum Zuführen von genügend Strom durch die erste Elektrode, das Hartlötmaterial, die zweite Elektrode, um das Hartlötmaterial zu schmelzen,

eine Steuerung zum Steuern des Hartlötvorgangs, wobei die Steuerung die Dauer der Zeit steuert, während der Strom durch das Werkstück fließt,

eine kontaktlose Sensorvorrichtung, die mit der Steuerung verbunden ist, zum Messen der Temperatur des Hartlötmaterials,

wobei bei einer vorbestimmten Temperatur, die durch die kontaktlose Sensorvorrichtung gemessen wird, die Steuerung die Stromversorgungseinrichtung veranlasst, die Stromzufuhr zum Werkstück zu beenden.

2. System nach Anspruch 1, wobei die kontaktlose Sensorvorrichtung wenigstens einen Infrarot-Sensor aufweist, der nahe dem Hartlötmaterial angeordnet ist, wenn die erste Elektrode mit dem ersten Material in Kontakt ist, und die zweite Elektrode mit dem zweiten Material in Kontakt ist und die Stromversorgungseinrichtung einen ausreichenden Strom hindurchleitet, um das Hartlötmaterial zu schmelzen.

3. System nach Anspruch 1, wobei das erste Material Wolfram aufweist und das zweite Material Kupfer aufweist und das Hartlötmaterial Silber aufweist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen