



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **231 308 A1**4(51) **B 23 K 11/10****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 23 K / 268 784 0

(22) 29.10.84

(44) 24.12.85

(71) Technische Hochschule „Otto von Guericke“, 3010 Magdeburg, PSF 124, DD

(72) Fischer Wolfgang, Dipl.-Ing.; Urbansky, Uwe, Dipl.-Ing., DD

(54) **Verfahren zum Widerstandspunktschweißen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Widerstandspunktschweißen, das insbesondere für den Einsatz in automatisierten Fertigungsabläufen geeignet ist. Ziel ist es, mittels dieses Verfahrens Energie und Arbeitszeit einzusparen. Hierzu besteht die Aufgabe, Schweißpunkte mit gleichbleibend guter Qualität und Haltbarkeit herzustellen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, das jeden Schweißpunkt mit optimalen Schweißparametern setzt. Das wird dadurch erreicht, daß jeweils vor der eigentlichen Schweißung eines Punktes, während einer technologisch bedingten Vorpreßzeit, Materialstärke und Übergangswiderstand der zu verschweißenden Teile gemessen und davon ausgehend, unter Verwendung einer vorprogrammierten elektronischen Recheneinheit optimale Schweißparameter bestimmt werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es möglich, trotz ständig variierender Materialstärke und Oberflächenbeschaffenheit der zu verschweißenden Teile fortlaufend Schweißpunkte mit gleichmäßig guter Qualität und Haltbarkeit herzustellen.

Titel der Erfindung

Verfahren zum Widerstandspunktschweißen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Widerstandspunktschweißen, das für den Einsatz in automatisierten Fertigungsabläufen, beispielsweise mittels Punktschweißroboter, vorgesehen ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Beim Punktschweißen in automatisierten Fertigungsabläufen kommt es darauf an, in kurzer Zeit eine Vielzahl von Schweißpunkten mit gleichbleibend guter Qualität und Haltbarkeit herzustellen.

Aus der US PS 4 442 337 ist ein Verfahren zum Widerstandspunktschweißen bekannt, bei dem vor Beginn des Schweißprozesses die für eine haltbare Verschweißung der jeweiligen Teile bzw. Teilesortimente erforderlichen Parameter wie die Anpreßkraft, der Schweißstromsollwert, die Vorpreßzeit, die Schweißzeit und die Nachpreßzeit eingestellt werden. Mit diesen Parametern werden entsprechend des nachfolgend beschriebenen Verfahrensablaufes eine Vielzahl von Schweißpunkten hergestellt.

Zunächst werden die zu verschweißenden Teile mit der vorbestimmten Anpreßkraft, die durch die Schweißzange übertragen wird, zusammengepreßt. Nach einer technologisch bedingten Vorpreßzeit wird der Schweißstrom eingeschaltet und die eigentliche Schweißung, d. h. die Ausbildung des Schweißpunktes beginnt. Der aktuelle Wert des Schweißstromes wird während des Schweißprozesses ständig meßtechnisch erfaßt und mittels einer Stromregelung entsprechend des eingestellten Sollwertes konstant gehalten. Nach Ablauf der voreingestellten Schweißzeit, d. h. nach Eintragung einer bestimmten Energie in den Schweißpunkt, wird der Schweißstrom abgeschaltet. Die verschweißten Teile werden für die Dauer einer bestimmten Nachpreßzeit von der Schweißzange zusammengepreßt. Danach wird mit gleichen Schweißparametern zur Schweißung des nächsten Punktes übergegangen.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist es, daß keine gleichbleibend gute Schweißpunktqualität erreicht wird, weil die Dicke und die Oberflächenbeschaffenheit der zu verschweißenden Teile als konstant angesehen werden, obwohl sie im realen Betrieb ständig variieren. Die Variation der Parameter Dicke und Oberflächenbeschaffenheit der zu verschweißenden Teile erfordert zur Gewährleistung einer gleichbleibend guten Schweißpunktqualität und Haltbarkeit eine entsprechende Variation der Schweißparameter Schweißstrom bzw. Schweißzeit, um die für die Haltbarkeit des Schweißpunktes jeweils notwendige Energie einzutragen.

Weil mit den bekannten Verfahren eine gleichbleibend gute Qualität und Haltbarkeit der Schweißpunkte nicht erreicht wird, werden zur Gewährleistung der Haltbarkeit der Punktschweißverbindung insgesamt mehr Schweißpunkte gesetzt, als bei gleichbleibend guter Schweißpunktqualität erforderlich wären.

Das ist mit zusätzlichem Aufwand an Energie und Arbeitszeit verbunden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Widerstandspunktschweißen zu schaffen, das für den Einsatz in automatisierten Fertigungsabläufen vorgesehen ist, bei dem Energie und Arbeitszeit eingespart wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Widerstandspunktschweißen für den Einsatz in automatisierten Fertigungsabläufen unter Verwendung einer schnell steuerbaren elektronischen Stromquelle und einer programmierbaren elektronischen Recheneinheit zu entwickeln, bei dem eine gleichmäßig gute Schweißpunktqualität und Haltbarkeit der Schweißpunkte erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch folgende Verfahrensschritte gelöst:

- Zunächst wird bei einer frei wählbaren Vorpreßkraft die Materialstärke der zu verschweißenden Teile ermittelt,
- anschließend wird die für die Schweißung erforderliche Anpreßkraft sowie die Vorpreßzeit ausgehend von der Materialstärke anhand bekannter Zusammenhänge ermittelt und eingestellt, danach der Übergangswiderstand an der Schweißstelle gemessen und ausgehend von diesem Übergangswiderstand und der Materialstärke der Schweißstromsollwert und der für die Schweißverbindung notwendige Energieeintrag in den Schweißpunkt anhand bekannter Zusammenhänge ermittelt, wobei die Anpreßkraft, die Vorpreßzeit, der Schweißstromsollwert und der notwendige Energieeintrag zweckmäßigerweise mittels der programmierbaren elektronischen Recheneinheit bestimmt werden,
- nach Ablauf der Vorpreßzeit wird der Schweißstrom eingeschaltet, entsprechend des ermittelten Schweißstromsollwertes geregelt und nach erfolgtem notwendigen Energieeintrag abgeschaltet,

teile unterschiedlicher Dicke durch Punktschweißen miteinander zu verbinden. Dabei kommt zu der nominellen Materialstärkenschwankung, die im Bereich von 0,5 bis 2 mm liegt, noch eine Blechdickentoleranz von ca. 15 %.

Für das Verschweißen derartiger Teile wird ein automatisierbares Verfahren beschrieben, bei dem ein schnell steuerbarer Thyristorschweißumrichter verwendet wird.

Zunächst werden die zu verbindenden Teile durch die Elektroden mit einer Kraft von 1000 N zusammengepreßt. Danach wird mit Hilfe eines induktiven Wegaufnehmers die genaue Blechdicke gemessen. Ausgehend von der Blechdicke wird mittels einer anhand bekannter Zusammenhänge vorprogrammierten Recheneinheit die für die Verschweißung notwendige Anpreßkraft sowie die Vorpreßzeit berechnet und eingestellt.

Nachdem diese Anpreßkraft wirkt, wird mit Hilfe eines konstanten Hilfsstromes der Übergangswiderstand an der Schweißstelle bestimmt. Anhand des Übergangswiderstandes und der Materialstärke wird von der vorprogrammierten Recheneinheit der Schweißstromsollwert und der zur Erzielung einer haltbaren Schweißverbindung notwendige Energieeintrag in den Schweißpunkt berechnet.

Nach Ablauf der Vorpreßzeit, wird der Schweißstrom eingeschaltet und entsprechend des berechneten Sollwertes geregelt. Der Schweißstrom wird so lange aufrechterhalten, bis die für eine haltbare Schweißverbindung notwendige Energie in den Schweißpunkt eingetragen wurde. Abschließend werden die verschweißten Teile noch etwa 400 ms zusammengepreßt. Diese Nachpreßzeit wurde bei den vorliegenden Materialstärken konstant gewählt.

- wonach abschließend in bekannter Art und Weise die verschweißten Teile eine bestimmte Nachhaltezeit zusammengepreßt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß bei jedem Schweißpunkt die entsprechend den konkreten Bedingungen notwendige optimale Schweißenergie in den Schweißpunkt eingetragen wird, so daß eine definierte Qualität und Haltbarkeit garantiert werden kann. Das heißt, daß beispielsweise Schwankungen der Materialstärke bzw. Schwankungen in der Oberflächenbeschaffenheit der zu verschweißenden Teile selbständig, ohne äußere Einwirkungen kompensiert werden und zu keiner Beeinträchtigung der Qualität und Haltbarkeit der Schweißpunkte führen. Das ermöglicht es, das Verfahren mit Vorteil in automatisierten Fertigungsabläufen einzusetzen, ohne wie bisher üblich dabei eine erhöhte Anzahl von Schweißpunkten setzen zu müssen, um Qualitäts- und Haltbarkeitsschwankungen auszugleichen. Es ist dadurch möglich, bis zu 30 % der sonst üblichen Anzahl an Schweißpunkten einzusparen. Damit ist natürlich auch eine bis zu 30 %-ige Energie- und Arbeitszeiteinsparung verbunden.

Eine Verlängerung der zur Herstellung eines Schweißpunktes notwendigen Arbeitszeit tritt nicht ein, da die im Vergleich zum bisherigen Verfahren zusätzlichen Arbeitsschritte während der technologisch bedingten Vorpreßzeit durchgeführt werden.

Eine besonders vorteilhafte Nutzungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß in unregelmäßiger Reihenfolge Materialien unterschiedlicher Materialstärke verschweißt werden können. Das ermöglicht es beispielsweise, mit Hilfe eines Schweißroboters Bauteile oder Baugruppen so zu verschweißen, daß ohne äußere Korrektur der Schweißparameter in geometrisch günstiger Reihenfolge die Schweißpunkte gesetzt werden können.

Ausführungsbeispiel

Nachstehend soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

In der Automobilindustrie steht häufig die Aufgabe, Blech-

Patentanspruch

Verfahren zum Widerstandspunktschweißen für automatisierte Fertigungsabläufe mittels schnell stellbarer elektronischer Stromquelle sowie einer programmierbaren elektronischen Recheneinheit, wobei die zu verschweißenden Teile durch die Schweißzange vor Beginn der Schweißung für die Dauer einer definierten, technologisch bedingten Vorpreßzeit zusammengepreßt werden und danach mit entsprechenden Schweißparametern die Ausbildung des Schweißpunktes erfolgt, gekennzeichnet dadurch,

- daß zunächst bei einer frei wählbaren Vorpreßkraft die Materialstärke der zu verschweißenden Teile ermittelt wird,
- daß die für die Schweißung erforderliche Anpreßkraft sowie die Vorpreßzeit ausgehend von der Materialstärke anhand bekannter Zusammenhänge ermittelt und eingestellt werden, anschließend der Übergangswiderstand an der Schweißstelle gemessen und ausgehend von diesem Übergangswiderstand und der Materialstärke der Schweißstromsollwert und der für die Schweißverbindung notwendige Energieeintrag in den Schweißpunkt anhand bekannter Zusammenhänge ermittelt werden, wobei die Anpreßkraft, die Vorpreßzeit, der Schweißstromsollwert und der notwendige Energieeintrag zweckmäßigerweise mittels der programmierbaren elektronischen Recheneinheit bestimmt werden,
- daß der Schweißstrom nach Ablauf der Vorpreßzeit eingeschaltet, entsprechend des ermittelten Schweißstromsollwertes geregelt und nach erfolgtem notwendigen Energieeintrag abgeschaltet wird,
- und daß schließlich in bekannter Art und Weise die verschweißten Teile eine bestimmte Nachhaltezeit zusammengepreßt werden.