



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 668 728 A5

⑤ Int. Cl.⁴: B 23 K 11/04
C 21 D 5/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑰ Gesuchsnummer: 4575/85</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 24.10.1985</p> <p>㉔ Patent erteilt: 31.01.1989</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 31.01.1989</p>	<p>⑦③ Inhaber: Georg Fischer Aktiengesellschaft, Schaffhausen</p> <p>⑦② Erfinder: Toelke, Peter, Diessenhofen</p>
---	---

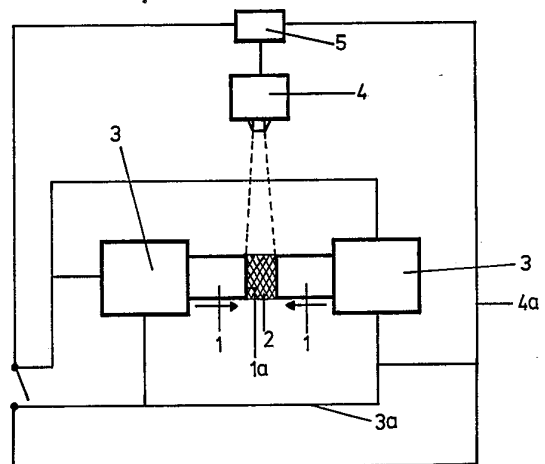
⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Verbinden von Werkstückteilen.

⑤⑦ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung vorgeschlagen zum Verbinden von Werkstückteilen aus hochkohlenstoffhaltigen Werkstoffen. Dabei wird das bekannte Abbrennstumpfschweissverfahren verwendet, wobei mit Hilfe eines nachgeschalteten Wärmeprogrammes die Gefügestände des Werkstückes (1) eingestellt werden.

Während des Stauchvorganges werden die spezifischen Stauchkräfte so eingestellt, dass der Ledeburit aus der Verbindungszone (2) in den Schweisswulst gepresst wird. Die Abkühlung erfolgt durch gesteuerte Temperaturvorgabe, so dass unter Vermeidung von Martensit- und/oder Bainitbildung ein definiertes Gefüge eingestellt wird.

Damit werden Aufhärtungen im Schweisstossbereich vermieden und ein homogenes Gefüge über das ganze Werkstück eingestellt.

Dieses Verfahren ist reproduzierbar anwendbar und bringt den zusätzlichen Vorteil einer bisher nicht bekannten Fertigungssicherheit.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Verbinden von Werkstückteilen aus hochkohlenstoffhaltigen Werkstoffen wie Gusseisen mit Kugelgraphit, Gusseisen mit Vermiculargraphit, Schwarzer und Weisser Temperguss, mittels eines Abbrennstumpfschweissverfahrens mit einem nachgeschalteten Wärmeprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass die spezifischen Stauchkräfte derart eingestellt werden, dass im Stauchvorgang der Ledeburit aus der Verbindungszone in den Schweisswulst gepresst wird, und dass die Abkühlung durch gesteuerte Temperaturvorgaben verzögert wird, um den Abkühlungsverlauf unter Vermeidung von Martensit- und/oder Bainitbildung auf definierte Gefügestände einzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlung durch pulsierende Nachwärmung verzögert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Nachwärmstrom kontinuierlich an den durch die Solltemperatur definierten Wärmebedarf der Schweissstelle angepasst wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stauchkräfte im Bereich von 30–120 N/mm² liegen.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 4, mit einer Abbrennstumpfschweiss-einrichtung, die einen Schweisstransformator und ein, die Schweissstellentemperatur überwachendes, optisches Pyrometer aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überwachung des Abkühlverlaufes zwischen den Schweisstransformator und dem Pyrometer ein elektronisches, programmierbares Temperatursteuergerät geschaltet ist, das den Nachwärmstrom entsprechend der vorgegebenen Solltemperatur an der Schweissstelle steuert.

6. Verwendung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 4 für die Verbindung von hochkohlenstoffhaltigen Werkstoffen untereinander und in Kombination aus hochkohlenstoffhaltigen Werkstoffen mit Stahl.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von Werkstückteilen aus hochkohlenstoffhaltigen Werkstoffen gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit einer Abbrennstumpfschweiss-einrichtung, die einen Schweisstransformator und ein die Schweissstellentemperatur überwachendes, optisches Pyrometer aufweist.

Die Schweissbarkeit von hochkohlenstoffhaltigen Werkstoffen in den Kohlenstoffbereichen zwischen 2,0 bis 3,9%, war bisher problematisch. Der Grund dafür liegt darin, dass solche Werkstoffe ein ausgezeichnetes Härungsverhalten aufweisen, wobei die damit verbundene Neigung zur Bildung ledeburitischer und martensitischer Härungsgefüge die Konstruktionsschweisbarkeit dieser Werkstoffgruppen stark einschränkt.

Seit langem sind Mittel und Wege gesucht worden, Schweissverfahren reproduzierbar auf hochkohlenstoffhaltige Werkstoffe anzuwenden. Die Bildung von Härungsgefügen, z.B. Ledeburit, Martensit, Bainit, durch Rücklösung des Graphites in der schmelzflüssigen Phase einerseits und durch schnelle Abkühlung andererseits stellte jedoch ein nahezu unüberwindliches Hindernis dar.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, hier Abhilfe zu schaffen. Dementsprechend besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren bereitzustellen, mit dessen Hilfe Werkstückteile mittels eines Schweissvorganges

reproduzierbar miteinander verbunden werden können, derart, dass die Gefügeausbildung in der Schweisszone einheitlich dem Gefügebild in den übrigen Bereichen des Werkstückes entspricht.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Lehren der Ansprüche 1 und 5 gelöst.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Beispielen näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt eine schematische Darstellung der 10 Versuchsanordnung.

Beim Abbrennstumpfschweissen werden Strom und Kraft von Spannbacken übertragen. Die stromdurchflossenen Werkstücke werden unter leichtem Berühren durch Bildung von Schmorkontakten erwärmt, wobei schmelzflüssiger Werkstoff durch den Metalldampfdruck aus dem Stirnflächenbereich herausgeschleudert wird. Dies ist die sogenannte Abbrennphase. Nach ausreichendem Erwärmen werden die Werkstücke durch schlagartiges Stauchen geschweisst.

20 Dem Abbrennen kann ein Vorwärmen durch wiederholtes Berühren (Reversieren mit einzelnen Stromstössen) oder durch Fremderwärmung vorgehen.

Die Figur zeigt im Schema die Einrichtung zum Verbinden von Werkstückteilen mittels eines Abbrennstumpfschweissverfahrens.

Die Einrichtung weist zwei Spannbacken 3 auf, die zur Aufnahme der Werkstückteile 1 bestimmt sind. Vom Stromkreis 3a wird der Strom in die Spannbacken 3 geleitet. Die Werkstückteile 1 werden vom Strom durchflossen. Die 30 Spannbacken 3 werden in Pfeilrichtung bewegt bis die Stirnflächen 1a der Werkstücke unter leichtem gegenseitigen Berühren durch Bildung von Schmorkontakten erwärmt werden. Dabei wird der schmelzflüssige Werkstoff durch den Metalldampfdruck aus dem Stirnflächenbereich herausgeschleudert. Nach ausreichendem Erwärmen werden die 35 Werkstückteile 1 durch schlagartiges Stauchen geschweisst. Bei diesem Vorgang wird der beim Abbrennen gebildete Ledeburit in den Schweisswulst gepresst. Danach erfolgt eine gesteuerte Abkühlung entsprechend einem vorgegebenen 40 ZTU-Schaubild, auf einen definierten Gefügestand, z.B. Ferrit, Perlit oder Mischgefügen aus beiden.

Ein optisches Pyrometer 4 überwacht die Schweissstellentemperatur. Das Pyrometer ist an ein elektronisch, programmiertes Temperatursteuergerät 5 geschaltet, das mittels eines 45 Steuerstromkreises 4a an den Stromkreis 3a angeschlossen ist. Bei Unterschreiten der zeitgesteuerten, vorgegebenen Solltemperatur wurde mittels eines Stromstosses die vorgegebene Schweissstellentemperatur wieder eingestellt. Diese Nachwärmsteuerung wurde erst nach Beendigung des Schweissvorganges zugeschaltet. Während des Schweissens muss die Optik des Pyrometers vor den abbrennenden 50 Eisenspritzern geschützt werden.

Bei dem beschriebenen Schweissvorgang wurden GGG-60-Gussteile nach dem vorgeschlagenen Verfahren verbunden. Als hochkohlenstoffhaltiger Werkstoff (C = 3,6–3,9%) weist Gusseisen mit Kugelgraphit ein ausgezeichnetes Härungsverhalten auf. Dabei muss aber mit der Bildung von Ledeburit gerechnet werden.

60 Ledeburit ist das Eutektikum des metastabilen Fe-C-Systems und besteht im kalten Zustand, d.h. unter 723 °C, dem Umwandlungspunkt des Austenits in Perlit, aus einer feinen Mischung von Zementit und Perlit.

Um Aufhärtungen im Schweissstossbereich zu vermeiden, wurde die Stauchkraft so eingestellt, dass der beim Abbrennvorgang unvermeidbare Ledeburit in den Schweisswulst gepresst wurde. Mit dem Abarbeiten des Schweisswulstes wurde gleichzeitig auch der Ledeburit entfernt. Die

Martensitbildung wurde durch ein temperaturgesteuertes Nachwärmprogramm unterbunden.

Da die Stauchkraft nicht nur das Ausquetschen des Ledeburits in den Wulst beeinflusst, sondern auch den Zerquetschungsgrad der Sphäroliten, wurde die optimale Stauchkraft im Bereich zwischen $50 - 87 \text{ N/mm}^2$ festgelegt.

Auf diese Weise ist es gelungen mit Hilfe des Abbrennstumpfschweißverfahrens in Verbindung mit einem elektronisch geregelten Abkühlungsverlauf der Schweissstelle reproduzierbar aufhärtungsfreie Gefüge einzustellen.

Man kann auch durch gezielte Anpassung des Abkühlungsverlaufes eine erhöhte Grundgefügehärtung im Schweißnahtbereich einstellen und damit eine definierte Verlagerung von Sollbruchstellen erreichen.

5 Im Hinblick auf das Optimum der Gefügeeinstellung im Schweißstossbereich müssen die Abkühlungsverläufe auf die chemische Zusammensetzung des zu verschweißenden Werkstoffes eingestellt werden. Das ergibt sich schon daraus, dass für den Abkühlungsverlauf das ZTU-Schaubild
10 massgebend ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

