

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B23K 9/04	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/02298 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. Januar 1999 (21.01.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/04234 (22) Internationales Anmeldedatum: 8. Juli 1998 (08.07.98) (30) Prioritätsdaten: 197 29 781.1 11. Juli 1997 (11.07.97) DE (71) Anmelder (nur für AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE): RUHR OEL GMBH [DE/DE]; Alexander-von-Humboldt-Strasse, D-45896 Gelsenkirchen (DE). (71)(72) Anmelder und Erfinder (nur für AU BR CA JP MX NO NZ RU US): GIERULL, Horst [DE/DE]; Heistrasse 33, D-45891 Gelsenkirchen (DE). (74) Anwalt: BERG, Dirk; VEBA Oel AG, Alexander-von-Humboldt-Strasse, D-45896 Gelsenkirchen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, JP, MX, NO, NZ, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: METHOD FOR WELDING SHAPED BODIES MADE OF CARBURIZED HEAT-RESISTANT STEEL (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM SCHWEISSEN VON FORMKÖRPERN AUS AUFGEKOHLTEM, HITZEBESTÄNDIGEM STAHL (57) Abstract The invention relates to a method for welding shaped bodies made of carburized heat-resistant steel. The inventive method is characterized in that the parts to be welded are pre-heated to temperatures of 700-900 °C before welding, and are welded at a current intensity ranging from 50 to 200 A. (57) Zusammenfassung Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Schweißen von Formkörpern aus aufgekohltem, hitzebeständigem Stahl, dadurch gekennzeichnet, daß die zu schweißenden Teile vor dem Verschweißen auf Temperaturen von 700 bis 900 °C vorgewärmt werden und mit Stromstärken von 50 bis 200 A verschweißt werden.		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zum Schweißen von Formkörpern aus aufgekohltem,
hitzebeständigem Stahl

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Schweißen von
5 Formkörpern aus aufgekohltem, hitzebeständigem Stahl.

Zur industriellen Herstellung chemischer Grundsubstanzen werden für die Produktionsanlagen im allgemeinen hochlegierte, hitzebeständige Stähle verwendet. Bei diesen Anlagen handelt
10 es sich beispielsweise um Wasserstoffreformer, Anlagen zur Herstellung von Ammoniak, Methanol und Olefinen, Crackanlagen und Wärmebehandlungsöfen. Die Werkstoffe werden in diesen Anlagen für Reformerrohre, Sammler, Leitungen, Ofenrollen und sonstige Teile eingesetzt. Hitzebeständige Stahlgußsorten
15 sind einsetzbar bei Temperaturen von über 600 °C und unempfindlich bei Inkontaktbringen mit gasförmigen aggressiven Substanzen. Die Werkstoffe besitzen im allgemeinen folgende Zusammensetzung: 0,3 bis 0,5 Gew.-% Kohlenstoff, 1,0 bis 2,5 Gew.-% Silicium, < 1,5 Gew.-% Mangan, 20 bis 50 Gew.-% Chrom
20 und 10 bis 70 Gew.-% Nickel. Der Gehalt an Phosphor bzw. Schwefel ist in diesen Stählen sehr gering. Aufgrund ihres hohen Kohlenstoffgehaltes und einem hohen Anteil an den Legierungselementen Chrom und Nickel besitzen diese Werkstoffe ausgezeichnete Wärmebeständigkeit und gute mechanische Eigen-
25 schaften selbst bei hohen Temperaturen.

Bei der Verwendung dieser Legierungen ergibt sich jedoch das Problem, daß diese nach einer bestimmten Betriebszeit aufgrund der hohen Betriebstemperaturen und des Einwirkens der
30 unterschiedlichen in den Anlagen vorhandenen Gasgemische, allmählich altern und verspröden. Es kommt so zum Ausscheiden von intermetallischen Phasen und zu Carbidausscheidungen. Weiterhin kohlen oder sticken die Werkstoffe auf.

- 2 -

Hierdurch verändern sich die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe erheblich. So kommt es zu einer starken Verringerung der Zugfestigkeit, der Bruchdehnung und es tritt ein Dehnungsverlust auf.

5

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, daß hitzebeständige Stahlgußsorten möglichst ohne oder nur mit geringer handwarmer Vorwärmung geschweißt werden sollten und keine Nachbehandlung notwendig ist. Diesbezüglich wird beispielsweise
10 verwiesen auf die DIN 17465 vom August 1993, Tabelle 6.

Das Handbuch für die Schweißtechnik, 5. Auflage, März 1939, Seiten 84, 89 beschreibt ebenfalls, daß hitzebeständige Stähle eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit und höhere Wärmeausdehnung besitzen als unlegierte Stähle. Es wird daher empfohlen, beim Schweißen immer das Verfahren anzuwenden, welches dem Werkstück die geringste Wärmemenge zuführt. Aus Seite 89
15 ist zu entnehmen, daß diese Werkstoffe im kalten Zustand geschweißt werden sollen.

20

Malisius, R.: "Schrumpfungen, Spannungen und Risse beim Schweißen" in Fachbuchreihe "Schweißtechnik", Seite 20, Absatz 2.52, "hitzebeständige Stähle", 1957 enthält ebenfalls Angaben zum Schweißen von hitzebeständigen Stählen. Es wird
25 beschrieben, daß es zweckmäßig sein kann zur Milderung der Empfindlichkeit der hitzebeständigen Stähle gegen Wärmespannungen, die zu schweißenden Teile vor dem Schweißen langsam auf etwa 200° C anzuwärmen. Zum Ausgleich der sehr hohen inneren Spannung und der Härteunterschiede ist weiterhin ein
30 nachträgliches Glühen mit langsamer gleichmäßiger Erwärmung und Abkühlung zu empfehlen.

Wirtz, Heribert: "Das Verhalten der Stähle beim Schweißen" in Fachbuchreihe "Schweißtechnik" 44, 1. Auflage, März 1968,
35 Seiten 143 - 147 beschreiben ebenfalls, daß austenitische

- 3 -

Stähle, die hitzebeständig sind, möglichst kalt verschweißt werden sollen. Es wird angeführt, daß hohe Vorwärmtemperaturen in Verbindung mit der zugeführten Schweißwärme örtliche Überhitzungen hervorrufen, die Rißbildungen zur Folge haben. 5 Dabei wird zum Schweißen der Wurzellagen eine Vorwärmung im Bereich 100 bis 150 °C empfohlen, bei dickwandigen Werkstücken bis zu 200 °C. Diese Temperatur soll jedoch nicht überschritten werden.

10 Damit ein störungsfreier Betrieb auf Dauer gewährleistet ist, müssen nach einer bestimmten Betriebsdauer einzelne Teile der Anlagen ausgewechselt werden. Hierbei ist es häufig notwendig, Schweißverbindungen zwischen alten und neuen Teilen herzustellen. Aufgrund der unterschiedlichen mechanischen Eigen- 15 schaften von verschiedenen Altteilen sowie Altteilen und Neuteilen kommt es beim Verbindungsschweißen dieser Teile oder auch bei der Auftragsschweißung an alten Formteilen mit neuem Werkstoff zu erheblichen Problemen. Durch die Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes wird die Heißrißanfälligkeit der 20 Werkstoffe gesteigert. Die durch die Aufkohlung verursachte Bildung eines Carbidnetzwerkes führt zu einer Versprödung des Werkstoffes, so daß Schweißspannungen nicht durch örtliches Fließen abgebaut werden können und daher zu Rissen führen.

25

Somit entstehen beim Verbindungsschweißen von verschiedenen Altteilen, alten und neuen Teilen sowie bei der Auftrags- schweißung häufig Risse, die dazu führen, daß das geschweißte Werkstück nicht mehr brauchbar ist. Dies verursacht zum einen 30 hohe Materialkosten, zum anderen aber auch erhebliche Produktionsausfälle, da die Anlagen während dieser Schweißarbeiten stillgelegt werden müssen. Die oben beschriebenen Verfahren des Standes der Technik haben sich daher nicht als durchführbar erwiesen, da beim Verschweißen häufig Risse an den ver- 35 bundenen Teilen auftraten.

- 4 -

Die technische Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren zum Schweißen von Formkörpern aus aufgekohltem, hitzebeständigem Stahl zur Verfügung zu stellen, das ein einfaches
5 Verbindungsschweißen von aufgekohltem, hitzebeständigem Stahl mit Neuteilen oder auch Auftragsschweißen ermöglicht, ohne daß beim Schweißen Risse auftreten, die zu einer Beschädigung des Werkstoffs führen.

10 Diese technische Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die zu schweißenden Teile vor dem Verschweißen auf Temperaturen von 700 bis 900 °C, vorzugsweise 800 bis 900 °C vorgewärmt werden und mit Stromstärken von 50 bis 200 A verschweißt werden.

15 Es wurde überraschenderweise festgestellt, daß ein Verschweißen von aufgekohltem, hitzebeständigem Stahl mit entsprechenden Neuteilen oder auch anderen aufgekohlten, hitzebeständigen Altteilen auf einfache Weise möglich ist, wenn die zu verschweißenden Teile vor dem Verschweißen auf die angegebenen
20 hohen Temperaturen vorgewärmt werden und bei hohen Stromstärken verschweißt werden. Durch diese neugewählten Vorwärm- und Schweißparameter ist die Schweißbarkeit von aufgekohltem Formteilen wiederherzustellen, wobei die Eigenspannungen abgebaut werden und rißfreie Schweißnähte erzielt werden können.
25

Das erfindungsgemäße Schweißverfahren kann sowohl für das Auftragsschweißen als auch für das Verbindungsschweißen eingesetzt werden.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Auftragsschweißen im WIG-Schweißverfahren durchgeführt. Es handelt sich dabei um ein elektrisches Schutzgasschweißverfahren mit nicht abschmelzender Wolframelektrode.

35

- 5 -

Als Zusatzwerkstoffe zum Schweißen werden bevorzugt chrom- und nickelhaltige Legierungen oder Nickelbasislegierungen eingesetzt. Besonders bevorzugt sind die folgenden Legierungen:

- 5 Thermanit Nicro 82 SG-Ni CR 20 Nb (2.4648)
- Thermanit Nicro 82 E-Ni Cr 19 Nb (2.4648)
- Sandvik Sanicro 71 EL-Ni Cr 19 Nb
- Thermanit 25/35 Nb Si (1.4853)
- Thermanit 25/35 R (1.4853) 25/35 Nb
- 10 bzw. artgleiche, dem Grundwerkstoff entsprechende Legierungen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der hitzebeständige Stahl ein austenitischer Stahl. Die Vorwärmung erfolgt bevorzugt von der Schweißflanke ausgehend zum Grundwerkstoff hin, wobei die Durchwärmungstiefe beim Vorwärmen 10 bis 50 mm betragen kann.

Der Lagenaufbau beim Verschweißen kann in bevorzugter Weise von der Außenseite her erfolgen, wobei die zu verschweißenden Werkstücke nach jeder aufgeschweißten Lage nachgewärmt werden, so daß die Vorwärmtemperatur von 700 bis 900 °C während des gesamten Schweißprozesses gehalten wird. Die Auftragsdicke der Lagen beträgt bevorzugt 6 bis 8 mm.

25 In bevorzugter Weise erfolgt nach dem Verbindungsschweißen eine Nachwärmebehandlung bei Temperaturen von 850 bis 900 °C zur mühelosen Entfernung der Schweißschlacke. Nach dem Schweißen läßt man langsam auf Raumtemperatur abkühlen. Vorzugsweise wird die Schweißstelle hierzu wärmedämmend isoliert.

Die zu ersetzenden Teile werden bevorzugt ohne Lösungsglügen verschweißt. Unter Lösungsglügen versteht man das Tempern der zu verschweißenden Werkstücke auf ca. 1.200° C über einen

- 6 -

längeren Zeitraum von etwa 4 Stunden und anschließendes Abkühlen auf Raumtemperatur. Im Fall des Verschweißens von hohlen Formkörpern erfolgt der Flankenaufbau bevorzugt durch Verschweißen bei 60 bis 140 A und der Aufbau der Füll- und Decklagen bei 90 bis 200 A. Das Vorwärmen wird mit einer Gas/Sauerstoffflamme durchgeführt. Das Heften der zu schweißenden Teile erfolgt nach dem Aufheizen. Ein spannungsarmes Glühen nach dem Verschweißen entfällt ebenfalls.

Mit dem erfindungsgemäßen Schweißverfahren ist es sogar möglich, aufgekohlte Werkstoffe zu verschweißen, die bereits negative Anmelzproben ergaben und daher als nicht mehr schweißbar eingestuft wurden. Die geschweißten Werkstücke zeigten bei nachfolgenden Prüfungen keine Risse und keine weiteren Aufhärtungen der Wärmeeinflußzonen. Das Schweißverhalten der Stähle entsprach dem einer Verbindung zwischen zwei Neuteilen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es möglich, Verbindungen zwischen alt/alt-Werkstoffen und alt/neu-Werkstoffen herzustellen, Bögen, Sammler und Hosenrohre aufzuarbeiten und mit neuen Rohrstücken zu verbinden und diese dann wieder problemlos in die entsprechenden Anlagen einzuschweißen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden daher die Schweißzeiten bei entsprechenden Reparaturarbeiten erheblich verkürzt. Benötigte man nach bisherigen Verfahren für eine Auftragsschweißung mit nachfolgender Prüfung ca. 7,5 Std., so sind mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Fertigstellungszeiten von ca. 65 min. möglich. Für eine Verbindungsschweißung alt/alt bzw. alt/neu-Verbindung, Durchmesser 150 mm benötigte man nach dem bisherigen Verfahren ca. 4 Std., mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ca. 40 min. bis zur Fertigstellung.

- 7 -

Hierdurch werden sowohl die Materialkosten als auch die Reparaturkosten erheblich gesenkt und auch die Ausfallzeiten der Produktionsanlagen verringert. Das erfindungsgemäße Verfahren ist einsetzbar bei alt/alt-Verbindungen von Werkstoffen ohne Auftragsschweißung, bei alt/neu-Verbindungen ohne Auftragschweißung, bei Reparaturschweißung an gerissenen Schweißnähten und bei der Aufarbeitung von Formteilen. Eine Schweißbarkeitsuntersuchung der zu schweißenden Teile entfällt.

Die nachfolgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern.

Beispiel 1

Auftragsschweißung bei aufgekohten Spaltröhren

Ein Rohrstück wird etwa 150 mm oberhalb der Schweißnaht am Formteil (Bogen/Hosenrohr) geschnitten. Das Rohrstück wird im Winkel von 30° an der Innen- und Außenseite im Schweißbereich auf einer Breite von etwa 20 mm und mindestens 1 mm tief mechanisch angefast. Die Oberfläche wird beschliffen, die Kanten werden abgerundet. Anschließend wird die Stirnfläche auf Anrisse geprüft. Es erfolgt ein Aufheizen des zu verschweißenden Teils auf 820 bis 850 °C, wobei das Werkstück hellkirschrot bis hellrot wird. Das Vorwärmen erfolgt mittels einer Gas/Sauerstoffflamme von der Schweißflanke ausgehend zum Grundwerkstoff. Die Durchwärmungstiefe beim Vorwärmen ist ca. 25 mm.

Anschließend wird mittels des WIG-Schweißverfahrens unter Einsatz der Zusatzwerkstoffe:

Thermanit Nicro 82 SG-Ni CR 20 Nb (2.4648)

Thermanit Nicro 82 E-Ni Cr 19 Nb (2.4648)

Sandvik Sanicro 71 EL-Ni Cr 19 Nb

Thermanit 25/35 Nb Si (1.4853)

- 8 -

Thermanit 25/35 R (1.4853) 25/35 Nb
bzw. artgleichen, dem Grundwerkstoff entsprechende Legierungen geschweißt. Der Lagenaufbau erfolgt von der Rohraußenseite her. Die Auftragung erfolgt mit einer Stromstärke von 170
5 A. Der Zusatzdraht wird in ausreichender Weise zugeführt. Es wird eine Wolfram-Elektrode mit einer Dicke $\geq 3,2$ mm verwendet. Nach jeder Lage wird auf 850 bis 900° C nachgewärmt. Die Auftragsdicke beträgt mindestens 6 bis 8 mm. Nach der letzten Lage erfolgt eine kurze Nachwärmung auf 850° C. Anschließend
10 wird die Schweißstelle wärmeisoliert, und man läßt sie langsam bis auf ca. 80° C abkühlen. Danach wird die Schweißfase 30° mechanisch hergestellt. Abschließend wird die Auftragschweißung mittels FED-Prüfung auf Anrisse geprüft.

15

Beispiel 2

Verbindungsschweißung eines aufgetragenen Altteils mit einem Neuteil (Rohr)

20 Es werden zwei Rohre miteinander verschweißt. Zunächst wird die aufgetragene Schweißkante mechanisch in einem Winkel von 30° angefast. Das neue Rohrstück, das etwa 150 mm lang ist, wird ebenfalls im Winkel von etwa 30° angefast. In einem weiteren Schritt wird das neue Rohr auf das aufgetragene Werk-
25 stück geheftet, wobei der Luftspalt 3 bis 4 mm beträgt. Beim WIG-Heften muß die Wurzelseite mit Formiergas geschützt.

Das Verschweißen erfolgt wahlweise in der Weise, daß die Wurzel mittels E-Handsweißverfahren und die Füll- und Decklagen mittels WIG-Schweißverfahren ausgeführt werden. Alternativ hierzu können die Wurzel und die Füll- und Decklagen auch
30 im WIG-Schweißverfahren ausgeführt sein. Beim WIG-Schweißen wird die Wurzelseite mit Formiergas 90:10 bzw. 80:20 oder Stickstoff geschützt. Als Zusatzwerkstoff können die folgen-
35 den Legierungen

- 9 -

Thermanit Nicro 82 SG-Ni CR 20 Nb (2.4648)

Thermanit Nicro 82 E-Ni Cr 19 Nb (2.4648)

Sandvik Sanicro 71 EL-Ni Cr 19 Nb

Thermanit 25/35 Nb Si (1.4853)

5 Thermanit 25/35 R (1.4853) 25/35 Nb

bzw. artgleiche, dem Grundwerkstoff entsprechende Legierungen eingesetzt werden. Die Lagentemperatur beträgt 120 °C. Der Lagenaufbau erfolgt von der Wurzelseite her. Die Stromstärke beträgt für die Wurzel 130 A und für die Zwischen- und Deck-
10 lagen 160 A.

Beispiel 3

Verbindungsschweißung von alt/alt-Verbindungen

15

Als Werkstoffe werden Altteile eingesetzt, ein aufgekohltes altes Hosenrohr, ein aufgekohlter alter Bogen, sowie ein aufgekohltes altes Rohr. Zur Nahtvorbereitung werden zunächst unter einem Öffnungswinkel von 60° und bezogen auf den teil-
20 weisen oder gesamten Umfang des Rohres Risse und schadhafte Stellen ausgeschliffen. Danach erfolgt das Vorwärmen auf ca. 820 bis 850° C, wobei der gesamte Umfang des Rohres aufgeheizt wird. Hierzu werden zwei Gas/Sauerstoff-Flammen verwendet. Die Vorwärmzone beträgt mindestens 25 mm von der Naht-
25 mitte an.

Das Schweißen erfolgt als E-Hand-Schweißen. Dies gilt sowohl für die Wurzel als auch für die Füll- und Decklagen. Die Vorwärmtemperatur muß während der gesamten Schweißzeit eingehalten werden. Dies wird dadurch gewährleistet, daß nach jeder
30 Lage nachgewärmt wird. Die Wurzel wird mit einer Stromstärke von 90 A geschweißt, die Zwischen- und Decklagen mit 120 A. Als Zusatzwerkstoffe werden die in Beispiel 1 genannten verwendet.

- 10 -

Nach Schweißen der letzten Lage erfolgt eine Nachwärmung auf 850° C zum Entfernen der Schlacke. Die geschweißten Teile läßt man an ruhiger Luft auf Prüftemperatur abkühlen, wobei keine schroffe Abkühlung erfolgen darf. Es ist daher bevorzugt, die verschweißten Teile mit Isolierstoff zu versehen, um eine langsame Abkühlung zu ermöglichen. Nach Abkühlung auf Prüftemperatur (Raumtemperatur) ist die Decklage im gesamten Umfange kerbfrei zu schleifen.

10 Nach dem Abschluß der Schweißarbeiten erfolgt eine Sichtprüfung, sowie eine FED-Prüfung der Decklage.

Beispiel 4

15 Verbindungsschweißung von alt/neu-Verbindungen

Ein altes aufgekohltes Hosenrohr, ein alter aufgekohlter Bogen und ein neues Rohr sollen durch Schweißen verbunden werden. Zur Nahtvorbereitung wird zunächst bei den Altteilen die Schweißflanke in einem Winkel von 30° angefast. Es erfolgt danach eine FED-Prüfung. Das Neuteil wird ebenfalls mit einem Winkel von 30° angefast. Danach erfolgt das Vorwärmen des gesamten Umfanges auf ca. 820 bis 850° C mittels zweier Gas/Sauerstoff-Flammen mit anschließender Heftung. Die Vorwärmzone muß dabei jeweils mindestens 25 mm von der Nahtmitte betragen.

Als Schweißverfahren wird das E-Hand-Verfahren eingesetzt. Wurzel, Füll- und Decklagen werden mittels E-Hand-Schweißens aufgetragen. Die Vorwärmtemperatur muß während der gesamten Schweißzeit eingehalten werden, weshalb nach jeder Schweißlage nachgewärmt wird. Die Wurzel wird mit einer Stromstärke von etwa 70 A, die Zwischen- und Decklagen mit 120 A geschweißt. Als Zusatzwerkstoffe werden die in Beispiel 1 genannten verwendet. Nach Aufbringen der letzten Lage erfolgt

- 11 -

eine Nachwärmung auf 850° C zum Entfernen der Schlacke. Man läßt dann unter Isolierstoff auf Prüftemperatur abkühlen. Hierbei ist darauf zu achten, daß keine schroffe Abkühlung erfolgt. Nach der Abkühlung auf Prüftemperatur (Raumtemperatur) wird die Decklage im gesamten Umfange gereinigt und eventuell kerbfrei geschliffen. Nach Abschluß der Schweißarbeiten erfolgt eine Sichtprüfung, sowie eine FED-Prüfung der Decklage.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schweißen von Formkörpern aus aufgekohltem, hitzebeständigem Stahl, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zu schweißenden Teile vor dem Verschweißen auf Temperaturen von 700 bis 900 °C vorgewärmt werden und mit Stromstärken von 50 bis 200 A verschweißt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorwärmung auf Temperaturen von 800 bis 900 °C erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schweißen als Auftragsschweißen oder Verbindungsschweißen erfolgt.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Auftragsschweißen mittels WIG-Schweißverfahren erfolgt.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zu verschweißenden Teile von der Schweißflanke ausgehend zum Grundwerkstoff vorgewärmt werden.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der hitzebeständige Stahl ein austenitischer Stahl ist.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchwärmungstiefe beim Vorwärmen 10 bis 50 mm beträgt.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Lagenaufbau beim Verschweißen von der Außenseite her erfolgt.
- 5 9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zu verschweißenden Werkstücke nach jeder aufgeschweißten Lage auf Temperaturen von 700 bis 900 °C nachgewärmt werden.
- 10 10. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Verbindungsschweißen ein Nachwärmen bei Temperaturen von 850 bis 900 °C zum Entfernen der Schlacke erfolgt.
- 15 11. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auftragsdicke der Lagen 6 bis 8 mm beträgt.
12. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,
20 daß im Falle des Verschweißens von hohlen Formkörpern der Flankenaufbau durch Verschweißen bei 60 bis 140 A und der Aufbau der Füll- und Decklagen bei 90 bis 200 A erfolgt.
- 25 13. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Vorwärmen beim Auftragsschweißen mit einer Gas/Sauerstoffflamme erfolgt.
14. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**,
30 daß das Vorwärmen beim Verbindungsschweißen mittels zweier Gas/Sauerstoffflammen erfolgt.

- 14 -

15. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Heften der zu verschweißenden Teile nach dem Aufheizen erfolgt.
- 5 16. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Verschweißen der zu ersetzenden Teile ohne Lösungsglühen erfolgt.
- 10 17. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Spannungsarmglühen nach dem Verschweißen entfällt.
- 15 18. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißstelle nach dem Schweißen wärmeisoliert wird, um langsam auf Raumtemperatur abzukühlen.
- 20 19. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungsschweißen mittels zweier Schweißbrenner erfolgt.
- 25 20. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungsschweißen mittels E-Hand-Schweißverfahren erfolgt.
21. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schweißbarkeitsuntersuchung entfällt.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/04234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B23K9/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 891 820 A (DEBRAY) 24 June 1975 see column 1, last paragraph see claims 1,3 ---	1-3,5,6, 8,9, 15-18
Y	EP 0 114 893 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 8 August 1984 see page 3, last paragraph ---	1,2,5,6, 8,9, 15-18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1, no. 46 (M-23), 1981 & JP 52 117850 A (KOBE STEEL K.K), 3 October 1977 see abstract ---	3
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 November 1998

Date of mailing of the international search report

15/12/1998

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Herbreteau, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/04234

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 372 465 A (FRIELING JR.) 12 March 1968 abstract -----	1-3, 6, 8-11, 13-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/04234

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3891820 A	24-06-1975	CH 581002 A	29-10-1976
		DE 2142460 A	01-03-1973
		FR 2151392 A	13-04-1973
		GB 1397799 A	18-06-1975
		JP 48030648 A	23-04-1973
EP 0114893 A	08-08-1984	JP 1908037 C	24-02-1995
		JP 3005913 B	28-01-1991
		JP 59004971 A	11-01-1984
		DE 3377865 A	06-10-1988
		WO 8400122 A	19-01-1984
		US 4624406 A	25-11-1986
US 3372465 A	12-03-1968	DE 1521539 A	12-06-1969
		GB 1130950 A	
		US 3580706 A	25-05-1971

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/04234

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 B23K9/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 891 820 A (DEBRAY) 24. Juni 1975 siehe Spalte 1, letzter Absatz siehe Ansprüche 1,3 ---	1-3,5,6, 8,9, 15-18
Y	EP 0 114 893 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 8. August 1984 siehe Seite 3, letzter Absatz ---	1,2,5,6, 8,9, 15-18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1, no. 46 (M-23), 1981 & JP 52 117850 A (KOBE STEEL K.K), 3. Oktober 1977 siehe Zusammenfassung --- -/--	3

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. November 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/12/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Herbreteau, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 372 465 A (FRIELING JR.) 12. März 1968 abstract -----	1-3,6, 8-11, 13-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/04234

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3891820 A	24-06-1975	CH 581002 A	29-10-1976
		DE 2142460 A	01-03-1973
		FR 2151392 A	13-04-1973
		GB 1397799 A	18-06-1975
		JP 48030648 A	23-04-1973
EP 0114893 A	08-08-1984	JP 1908037 C	24-02-1995
		JP 3005913 B	28-01-1991
		JP 59004971 A	11-01-1984
		DE 3377865 A	06-10-1988
		WO 8400122 A	19-01-1984
		US 4624406 A	25-11-1986
US 3372465 A	12-03-1968	DE 1521539 A	12-06-1969
		GB 1130950 A	
		US 3580706 A	25-05-1971