

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B23K 20/12, 20/16	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/21002 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Mai 1998 (22.05.98)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02668</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 11. November 1997 (11.11.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 196 47 707.7 11. November 1996 (11.11.96) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): UN- TERGRUNDSPEICHER- UND GEOTECHNOLO- GIE-SYSTEME GMBH [DE/DE]; Berliner Chaussee 2, D-15749 Mittenwalde (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FABER, Thomas [DE/DE]; Gleimstrasse 37, D-10437 Berlin (DE).</p> <p>(74) Anwalt: RADWER, Dieter; Hübner, Neumann, Radwer, Frank- furter Allee 286, D-10317 Berlin (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONNECTING COMPONENTS

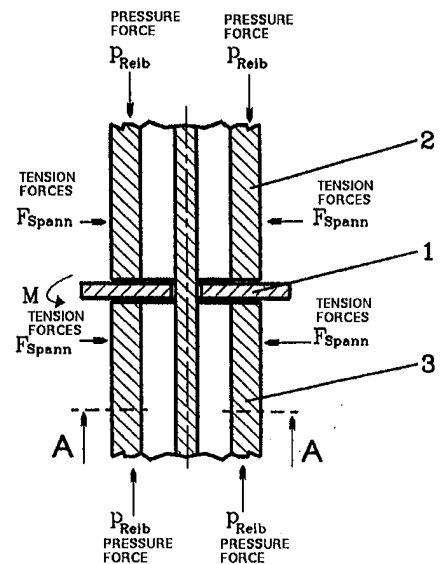
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERBINDEN VON BAUTEILEN

(57) Abstract

The invention concerns the connecting of components by friction welding, in particular for connecting pipes in situ when sinking well drill holes and/or completing bores, for example underground bores. The amounts of heat necessary for the welding process are generated by a friction element in a manner known per se, and the ends of the components to be connected are joined in an upsetting process when a weldable plasticized state has been attained. According to the invention, the friction element is a simple friction disc whose material is completely used up during the friction process in the region of the friction surfaces until the components to be connected contact each other. The resultant friction and upsetting burr is removed by utilizing the rotational energy of the friction element. Whilst reducing the level of complexity in terms of plant required, the invention permits the use of friction elements which do not have to be adapted to the exact dimensions of the components to be connected. The connection point has a simple weld seam which essentially consists of the basic materials of the components to be connected.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf das Verbinden von Bauteilen durch Reibschweißen, insbesondere zum Verbinden von Rohren vor Ort beim Niederbringen von Tiefbohrungen und/oder zur Komplettierung von Bohrungen, beispielsweise Kavernenbohrungen. Auf an sich bekannte Weise werden die für den Schweißprozeß notwendigen Wärmemengen mit einem Reibelement erzeugt und die zu verbindenden Enden der Bauteile nach Erreichen eines schweißfähigen plastifizierten Zustandes in einem Stauchvorgang zusammengefügt. Erfindungsgemäß ist das Reibelement eine einfache Reibscheibe, deren Material während des Reibprozesses im Bereich der Reibflächen bis zum Kontakt der zu verbindenden Bauteile vollständig aufgebraucht und der entstandene Reib- und Stauchgrat unter Ausnutzung der Rotationsenergie des Reibelementes abgetragen wird. Bei Verringerung des anlagenseitigen Aufwandes gestattet die Erfindung den Einsatz von Reibelementen, die nicht auf die exakten Abmessungen der zu verbindenden Bauteile abzustimmen sind. Die Verbindungsstelle weist eine einzige Schweißnaht auf, die im wesentlichen aus den Grundwerkstoffen der zu verbindenden Bauteile besteht.



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	Aserbaidshjan	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 und Vorrichtung zum Verbinden von Bauteilen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbinden von Bauteilen, wie Rohre, Stangen und dergleichen Halbzeuge, durch Reibschweißen, insbesondere zum Verbinden von Rohren beim Niederbringen von Tiefbohrungen und/oder zum Komplettieren von Bohrungen, beispielsweise Kavernenbohrungen.

Zum Verbinden von Rohrabschnitten in vertikaler Ausrichtung ist aus DE-OS 20 20 121 ein Verfahren bekannt, bei dem mindestens ein Ende der zu verbindenden Rohrabschnitte mit einer Abschrägung versehen wird, die als Schweißfuge dient. In die so gebildete Schweißfuge werden mit Hilfe einer Schweißvorrichtung mehrere Schweißlagen eingebracht, um die Bauteile miteinander zu verbinden. Die Schweißvorrichtung besteht aus einer Konsole, die an einem der zu verbindenden Rohrabschnitte koaxial zu ihrer gemeinsamen Längsachse befestigt wird und aus einem Schweißkopf, der zum Einbringen eines Schweißmetalls in die Schweißfuge, gestützt und gehalten auf der Konsole,

- 2 -

entlang des Außenmantels der zu verbindenden Rohrabschnitte auf einer Kreisbahn verfahrbar ist. Der Schweißkopf ist ferner mit Mitteln ausgerüstet, um seine horizontale Stellung in Relation zu dem Außendurchmesser der zu verbindenden Rohrabschnitte radial zu verstellen.

Die Lösung nach DE-OS 20 20 121, die bei gegebenen Voraussetzungen vor Ort für die Herstellung von Verrohrungen in Tiefbohrungen einsetzbar erscheint, ist anlagenseitig und bezüglich der vorgesehenen Verfahrenstechnologie sehr aufwendig, da zum sicheren Verbinden der Rohrabschnitte stets ein schmelzflüssig zu machender Schweißzusatzstoff verwendet und mehrere Schweißlagen in die Schweißfuge eingebracht werden müssen. Das Ein- und Ausrichten der Schweißvorrichtung erfordert zudem weiteren Zeitaufwand.

Ein gegenüber der vorgenannten Lösung verbessertes, sogenanntes radiales Reibschweißverfahren zum Verbinden von Tubing- und Casingrohren ist aus der GB-Patentanmeldung 8910118.2 bekannt. Nach dieser Lösung werden die miteinander zu verbindenden Rohre mit Hilfe der Schweißvorrichtung in vertikaler Ausrichtung zentriert und ein Schweißring, der zuvor an der Verbindungsstelle des unteren Rohres aufgesetzt worden ist, in Relation zu den zentrierten Rohren unter gleichzeitiger Beaufschlagung mit radialen Druckkräften in eine Drehbewegung versetzt. Mit der auf diese Weise erzeugten Reibungswärme, die einen schweißfähigen plastifizierten Zustand der Werkstoffe der am Fügeprozeß beteiligten Bauelemente hervorruft, wird eine Reibschweißverbindung zwischen dem Reibring und den Endabschnitten der zu verbindenden Rohre

- 3 -

hergestellt, wobei der Schweißring im Bereich der Verbindungsstelle praktisch in die Rohrenden eingewalzt wird und einen stofflichen Verbund herstellt.

Die Durchführung dieses radialen Reibschweißverfahrens erfordert gesondert anzufertigende, auf die jeweiligen geometrischen Abmessungen und Werkstoffe der zu verbindenden Rohre genau abgestimmte Schweißringe, da nach Beendigung des Schweißvorganges der Schweißring sowohl stofflich als auch geometrisch Bestandteil der erzeugten Verbindung ist.

Der Verbleib des Schweißringes als Bestandteil der Verbindung kann in Abhängigkeit von der Ausgangsgeometrie des Schweißringes und dem spezifischen Prozeßablauf zu einer in der Höhe dem Schweißring entsprechenden, im Unterschied zum Schweiß- und Stauchgrat massiven, Vergrößerung des Außendurchmessers im Bereich der Verbindungsstelle führen.

Bei Gewährleistung vorgegebener Außendurchmesser führt diese massive Durchmesserergrößerung im Vergleich zur Beseitigung des Schweiß- und Stauchgrates zu aufwendigeren technologischen Maßnahmen bei der Abarbeitung. Bedingt durch die Anpassung des Schweißringes an die jeweiligen geometrischen Abmessungen der zu verbindenden Rohre sind außerdem hohe maschinentechnische Aufwendungen für das sichere Spannen und Bewegen des Schweißringes erforderlich.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Stumpfschweißen von Rohren oder dergleichen in horizontaler Ausrichtung durch Erhitzen der Kontaktflächen auf Schweißtemperatur mittels Reibungswärme aufgrund einer Relativedrehung der Kontaktflächen bei einer gleichzeitig einwirkenden gegengerichteten Druckkraft ist bereits Gegenstand der DE-OS 23 29 080.

Die für den Stoffverbund erforderliche Schweißtemperatur wird mit Hilfe eines angetriebenen Metallringes passender Größe und Dicke erzeugt, der in Stoßanlage zwischen den zu verbindenden Rohren eingesetzt wird. Nach Erreichen der Schweißtemperatur wird das Drehen des Ringes gestoppt und durch Aufbringen einer Schlußdruckkraft zwischen den Rohren der Schweißverbund zwischen diesen und dem eingesetzten Ring hergestellt.

Dieses Verfahren besitzt im wesentlichen die gleichen Nachteile, die vorstehend näher dargelegt sind. Der zur Erzeugung der Schweißtemperatur mittels Reibungswärme eingesetzte und angetriebene Reibring muß auf die Größe und die Wanddicke der zu verbindenden Rohre abgestimmt werden. Weiterhin müssen zum Verbinden von zwei Rohren statt einer zwei Schweißnähte erzeugt werden. Dadurch ist einerseits die für eine Qualitätssicherung notwendige Parameterüberwachung für den Reib- und Stauchdruck und die Reib- und Stauchverkürzung für die zwei gleichzeitig stattfindenden Schweißvorgänge mit getrennter Auswertung nur aufwendig realisierbar. Andererseits sind erhöhte technologische Maßnahmen zur Reib- und Stauchgratbeseitigung die Folge.

Darüber hinaus ist bei dem letztgenannten Verfahren von Nachteil, daß das Drehmoment, das zur Erzeugung der Reibungswärme auf den Reibungsring übertragen worden ist, zur Herstellung der Schweißverbindung zumindest teilweise abgebaut werden muß, bevor die erhöhte Anpreßkraft zur Herstellung der Schweißverbindung aufgebracht werden kann.

- 5 -

Zur Überleitung des Reib- in den Schweißvorgang (Stauhen) beim Reibschweißen von Verbindungen wie in DE-OS 23 29 080 werden üblicherweise verschiedene Prozeßkenngrößen, wie z.B. die Längenverkürzung pro Zeiteinheit, die Konstanz des Reibmomentes über die Zeit u.a., benötigt. Neben der Erfassung von Steuergrößen ist eine relativ aufwendige Meßwertverarbeitung, z.B. der Vergleich mit toleranzbehafteten Vorgabewerten, die fügequerschnitts- und werkstoffabhängig sind und meist vor Beginn der Fertigung durch Versuchsschweißungen ermittelt werden, notwendig. Alle diese notwendigen Vorarbeiten verursachen zusätzliche Aufwendungen und Kosten.

Diese obengenannten Nachteile standen bisher einer breiten Anwendung des Schweißens von Rohrsträngen auf einem Bohrturm entgegen, wodurch die mit dem Schweißen von Rohrverbindungen verbundenen Vorteile, wie Verbesserung der Ringraumspiele, Senkung der Aufwendungen für die Verrohrungen, Spülungen, Entsorgungen und dergleichen bisher nicht in Anspruch genommen werden konnten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Reibschweißverbindungen an Bauteilen zu entwickeln, das unabhängig vom Fügequerschnitt und der am Reib- und Schweißprozeß beteiligten Werkstoffe unter Nutzung leicht erfaß- und bestimmbarer Prozeßkenngrößen durchgeführt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen nach Anspruch 6 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungen der erfindungsgemäßen Lösung ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 5 und 7.

- 6 -

In an sich bekannter Weise wird die für die Schweißverbindung zweier Bauteile notwendige Schweißtemperatur durch Reibungswärme aufgebracht, die durch Rotation einer Reibelementes zwischen den zu fügenden, fest eingespannten Bauteilen unter Aufbringung eines gleichmäßigen Druckes zwischen den Stirnflächen der Bauteile und des Reibelementes bei Längenabnahme der Bauteile und Dickenabnahme der Scheibe erzeugt wird.

Erfindungsgemäß wird entsprechend den Merkmalen nach Anspruch 1 und 6 eine einfache Reibscheibe verwendet und nach Erreichen eines quasi stationären Temperaturfeldes im Bereich der Verbindungsstelle, in dem die zugeführte und die abfließende Wärmemenge an den Enden der zu fügenden Bauteile annähernd gleich groß ist, der Reibprozeß mit einem nahezu konstanten Reibmoment bei proportionaler Längenverkürzung der zu verbindenden Bauteile bis zum vollständigen Verdrängen des Reibscheibenmaterials an den am Reibprozeß beteiligten Kontaktflächen weiter fortgesetzt und unmittelbar nach dem Verbrauch der Reibscheibe die gegengerichteten Druckkräfte, mit denen die Bauteile beaufschlagt worden sind, erhöht und durch Stauchen eine stoffliche Verbindung der plastifizierten Enden der zu verbindenden Bauteile vorgenommen.

Mit dieser erfindungsgemäßen Reibschweißtechnologie kann der gesamte Reib- und Schweißvorgang wesentlich vereinfacht und kostengünstiger gestaltet werden, da die bisher notwendige Bestimmung der für den Prozeßablauf notwendigen Steuergrößen sowie die fügequerschnitts- und werkstoffabhängigen Vorgabewerte, die bisher meist vor Beginn der Fertigung durch Versuchsschweißungen ermittelt wurden, nicht mehr erforderlich sind.

- 7 -

Gegenüber den bisher bekannten Verfahren und Einrichtungen ermöglicht die erfindungsgemäße Lösung das Verbinden von Bauteilen durch Reibschweißen bei dem die miteinander verbundenen Bauteile in ihrer Fügezone keine Zusatzwerkstoffe aufweisen und nur eine einzige Verbindungsstelle besitzen.

Mit der Verwendung eines Reibelementes in Form einer Reibscheibe, die während des Reibprozesses im Bereich der Kontaktflächen vollständig verdrängt wird, ist eine exakte Abstimmung des Reibelementes zu den Abmessungen und den Grundwerkstoffen der zu verbindenden Bauteile nicht mehr zwingend erforderlich.

Mit einer Reibscheibe, die einfach und kostengünstig herstellbar ist, können dadurch Bauteile, beispielsweise Rohre, mit unterschiedlichen Bauteilgeometrien in Durchmesser und Wanddicke innerhalb eines großen Abmessungsbereiches durch Reibschweißverfahren miteinander verbunden werden. Der Einsatz einer Reibscheibe für unterschiedliche Bauteilgeometrien führt ferner auch zu wesentlichen Einsparungen bei den maschinentechnischen Aufwendungen für das Spannen und den Drehantrieb des Reibelementes. Die technischen Mitteln zum Spannen und Bewegen des Reibelementes begrenzen somit nur noch in eingeschränktem Maße die mit Anwendung der Erfindung realisierbaren Fügequerschnitte und ihren Einsatz bei häufig wechselnden Außendurchmesser und Wanddicke der zu verbindenden Bauteile.

Nach den Merkmalen der Verfahrensansprüche 3, 4 und den Ansprüchen 6 und 7 kann die Reibscheibe mit einer Ringnut versehen werden, die den während des Reibprozesses entstehenden Reibgrat entlang den Wandungen der zu verbindenden Bauteile kontinuierlich umformt.

- 8 -

Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung besitzt die Reibscheibe in radialer Anordnung zwei gegenüberliegende Aussparungen, in denen Schneidwerkzeuge, beispielsweise Drehstähle, verstellbar angeordnet sind, um den Reib- und Stauchgrat während des Reibprozesses und nach Beendigung des Stauchvorganges unter Ausnutzung und Aufzehrung der auf die Reibscheibe übertragenen Rotationsenergie abzutrennen.

Nach den bisher bekannten Reibschweißverfahren unter Verwendung eines rotierenden Reibelementes muß das Reibelement vor dem Aufbringen des Stau-/Stauchdruckes in der Regel bis zum Stillstand abgebremst werden, wobei die Bremszeit 0,5 sec nicht überschreiten soll, um ein vorzeitiges Abkühlen der zu fügenden Bauteile im Verbindungsbereich zu verhindern. Je nach Masse des rotierenden Reib- oder Bauelementes sind hierfür aufwendige Bremssysteme notwendig, die einem starken Verschleiß unterliegen. Mit der vorgeschlagenen erfindungsgemäßen Lösung kann auf derartige Bremseinrichtungen zur Aufhebung der Relativbewegung zwischen den zu fügenden Teilen und dem Reibelement verzichtet werden.

Gleichzeitig ist gewährleistet, daß der im Reib- und Stauchprozeß entstehende Grat die Fließbedingungen der Werkstoffe beim Fügen der zu verbindenden Bauteile nur in geringer oder unwesentlicher Weise beeinträchtigt und auf einfache kostengünstige Weise beseitigt wird. Die bisher notwendigen technologischen Maßnahmen, um den Reib- und Stauchgrat in Abhängigkeit von der geforderten Ausführungsqualität bzw. der einzuhaltenden Außen- und/oder Innendurchmesser von Rohren zu beseitigen, können dadurch entfallen.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 - eine schematische Darstellung der Anordnung der am Schweißvorgang beteiligten Elemente zum Beginn des Reibschweißprozesses
- Fig. 2 - den Schnitt A - A aus Fig. 1
- Fig. 3 - die Fortsetzung des Reibprozesses bis zum vollständigen Verdrängen des Reibscheibenmaterials nach Erreichen eines quasi stationären Temperaturfeldes
- Fig. 4 - das Fügen der zu verschweißenden Bauteile durch Stauchen mit einem erhöhten Anpreßdruck
- Fig. 5 - eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Reibscheibe
- Fig. 6 - den Schnitt B - B nach Fig. 5
- Fig. 7 - den Schnitt C - C nach Fig. 5

Wie in Fig. 1 und 2 schematisch dargestellt, sind die durch Reibschweißen miteinander zu verbindenden Bauteile 2; 3, beispielsweise Rohre, in axialer Richtung gegeneinander verstellbar angeordnet und gegen Rotation durch Spannkraften F_{Spann} gesichert. Zwischen den Stirnflächen der Bauteile 2; 3 ist eine Reibscheibe 1 angeordnet, die von einer Antriebseinheit - nicht dargestellt - zur Erzeugung der Schweißtemperatur durch Reibungswärme angetrieben wird. Der Außen-

- 10 -

durchmesser der Reibscheibe ist vorteilhafterweise so gewählt, daß der Fügedurchmesser D und der Antriebsdurchmesser d nicht voneinander abhängig sind.

Der mögliche Fügequerschnitt wird somit nicht durch die Antriebseinheit begrenzt. Außerdem können voneinander abweichende Bauteilgeometrien mit ein und derselben Reibscheibengröße und einer einzigen maschinentechnischen Ausrüstung verbunden werden.

Die für den Schweißprozeß notwendigen Wärmemengen werden auf bekannte Weise durch Reibungswärme erzeugt, indem die Reibscheibe 1 mit einem Drehmoment M beaufschlagt und mit Hilfe der Antriebseinheit um eine zu den Bauteilen 2 und 3 und der Reibscheibe 1 gemeinsamen Drehachse gedreht wird. Unter Aufbringung eines gleichmäßigen Anpreßdruckes P_{Reib} zwischen den Stirnflächen der Bauteile 2; 3 und der Reibscheibe 1 bei einer Längenverkürzung der Bauteile 2; 3 und einer Dickenabnahme der Reibscheibe 1 der Reibprozeß bis in einem quasi stationären Temperaturfeld im Bereich der Enden der zu verbindenden Bauteile 2; 3 geführt - Fig. 3. Nach Erreichen dieses Temperaturfeldes wird der Reibvorgang bis zum vollständigen Verbrauch der Reibscheibe 1 im Bereich der Kontaktflächen zwischen Reibscheibe 1 und den Bauteilen 2 und 3 weiter geführt. Nach Beendigung des Reibvorganges, d.h. nachdem die Reibscheibe 1 vollständig "durchgerieben" ist, wird der Anpreßdruck P_{Reib} erhöht und durch Stauchen eine stoffliche Verbindung der durch die Reibwärme erhitzten und in einen plastifizierten Zustand überführten Enden der Bauteile 2 und 3 hergestellt.

- 11 -

Zur Steuerung dieses Prozesses werden die sich sprunghaft ändernden Prozeßkenngrößen, wie beispielsweise das Drehmoment für den Antrieb des Reibelementes, das sich durch das vollständige Verdrängen der Reibscheibe 1 verändert, eingesetzt.

Im Stauchvorgang werden die in der Verbindungszone verbliebenen Werkstoffanteile des Reibelementes 1 mit dem Stauchgrat 5 aus der Fügezone herausgepreßt, so daß die fertiggestellte Schweißnaht 6 im wesentlichen aus den Grundwerkstoffen der zu verbindenden Bauteile 2 und 3 besteht - Fig. 4.

Gemäß Fig. 5 bis 7 wird der während des Reibprozesses anfallende Reibgrat durch die in der Reibscheibe 1 vorgesehenen resp. während des Reibprozesses entstehenden Ringnuten 7 kontinuierlich umgeformt.

Nach Abschluß des Reib- und Fügeprozesses wird der Reib- und Stauchgrat 5 mit Hilfe der Schneidwerkzeuge 10; 11 abgetragen, die in den Aussparungen 8; 9 der Reibscheibe 1 angeordnet und mittels Federn 12;13 in radialer Richtung gegen die zu verbindenden Bauteile 2 und 3 vorgespannt sind. Für das Abtragen des Reib- und Stauchgrates 5 wird die nach Durchreiben der Reibscheibe 1 in den Teilstücken I und II verbleibende Rotationsenergie bis zum vollständigen Abbremsen der Teilstücke I und II ausgenutzt.

Bezugszeichenaufstellung

- 1 Reibscheibe
- 2 Bauteil
- 3 Bauteil
- 4 -
- 5 Reib- und Stauchgrat
- 6 Schweißnaht
- 7 Ringnut
- 8 Aussparung
- 9 Aussparung
- 10 Schneidwerkzeug
- 11 Schneidwerkzeug
- 12 Feder
- 13 Feder

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden von Bauteilen, wie Rohre, Stangen und dergleichen Halbzeuge, durch Reibschweißen unter Verwendung eines Reibelementes, das in Stoßlage zwischen den zu verbindenden Enden der Bauteile angeordnet und zur Erzeugung der Schweißtemperatur durch Reibungswärme bei gleichzeitiger auf die Kontaktflächen zwischen Reibelement und Bauteilenden einwirkender Druckkräfte um eine zu den Bauteilen und dem Reibelement gemeinsamen Achse gedreht und für den Fügeprozeß die verbindenden Bauteile nach Aufhebung der Drehbewegung mit höheren, gegengerichteten Druckkräften beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Erreichen der Schweißtemperatur innerhalb eines quasi stationären Temperaturfeldes der Reibvorgang unter Verdrängung des Materials des Reibelementes an den am Reibprozess beteiligten Flächen bis zum gegenseitigen Kontakt der Enden der zu fügenden Bauteile fortgesetzt, danach die Bauteile mit einem erhöhten Anpreßdruck beaufschlagt und durch Stauchen miteinander verschweißt werden und gleichzeitig der während des Reib- und Stauchvorgang entstandene Reib- und Stauchgrat abgetragen wird.

- 14 -

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Erreichen der Schweißtemperatur und Ausbildung eines stationären Temperaturfeldes im Bereich der Verbindungsstelle an den Enden der zu verbindenden Bauteile der Reibvorgang mit nahezu konstantem Reibmoment bei proportionaler Längenverkürzung der am Schweißprozeß beteiligten Bauteile bis zum vollständigen Verdrängen des Materials des Reibelementes an den am Reibprozeß beteiligten Kontaktflächen fortgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Reibgrat aus plastifiziertem Werkstoff des Reibelementes und der zu verbindenden Bauteile während des Reibprozesses kontinuierlich umgeformt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch das vollständige Verdrängen des Materials des Reibelementes sich sprunghaft ändernden Prozeßkenngrößen zur Prozeßsteuerung eingesetzt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der plastifizierte Reib- und Stauchgrat in der Abkühlungsphase der miteinander verbundenen Bauteile unter Aufzehrung der auf das Reibelement übertragenen Rotationsenergie abgetragen wird.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reibelement eine, mit Mitteln zum Abtragen des entstandenen Reib- und Stauchgrates ausgestattete Reibscheibe (1) ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reibscheibe (1) Aussparungen (8; 9) aufweist, in denen Schneidwerkzeuge (10; 11) radial verstellbar angeordnet sind.

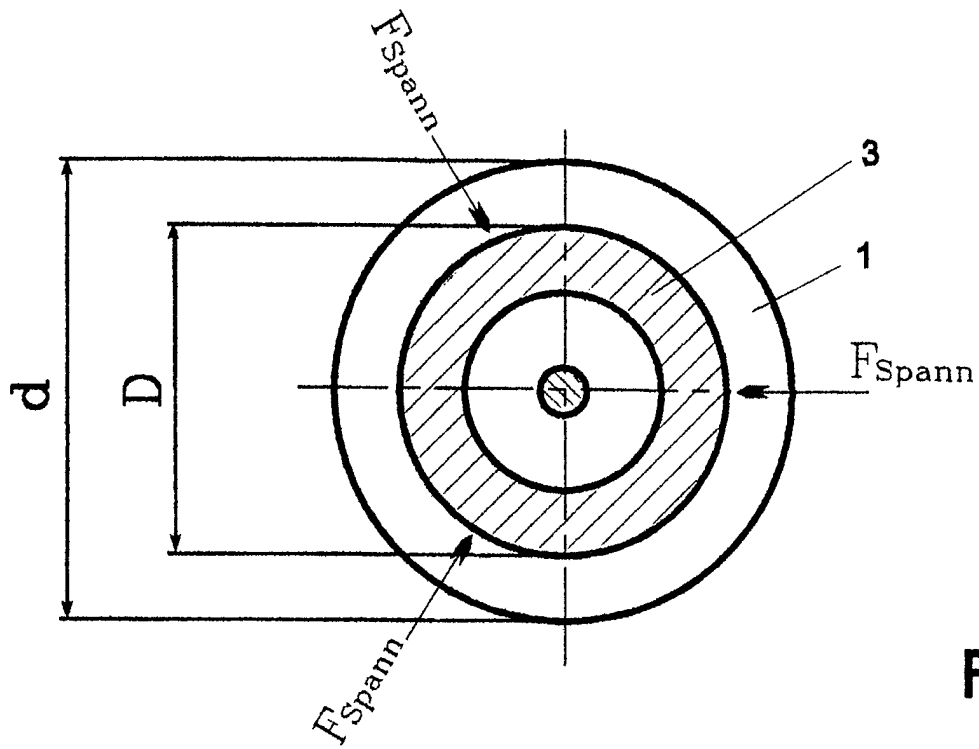


Fig. 2

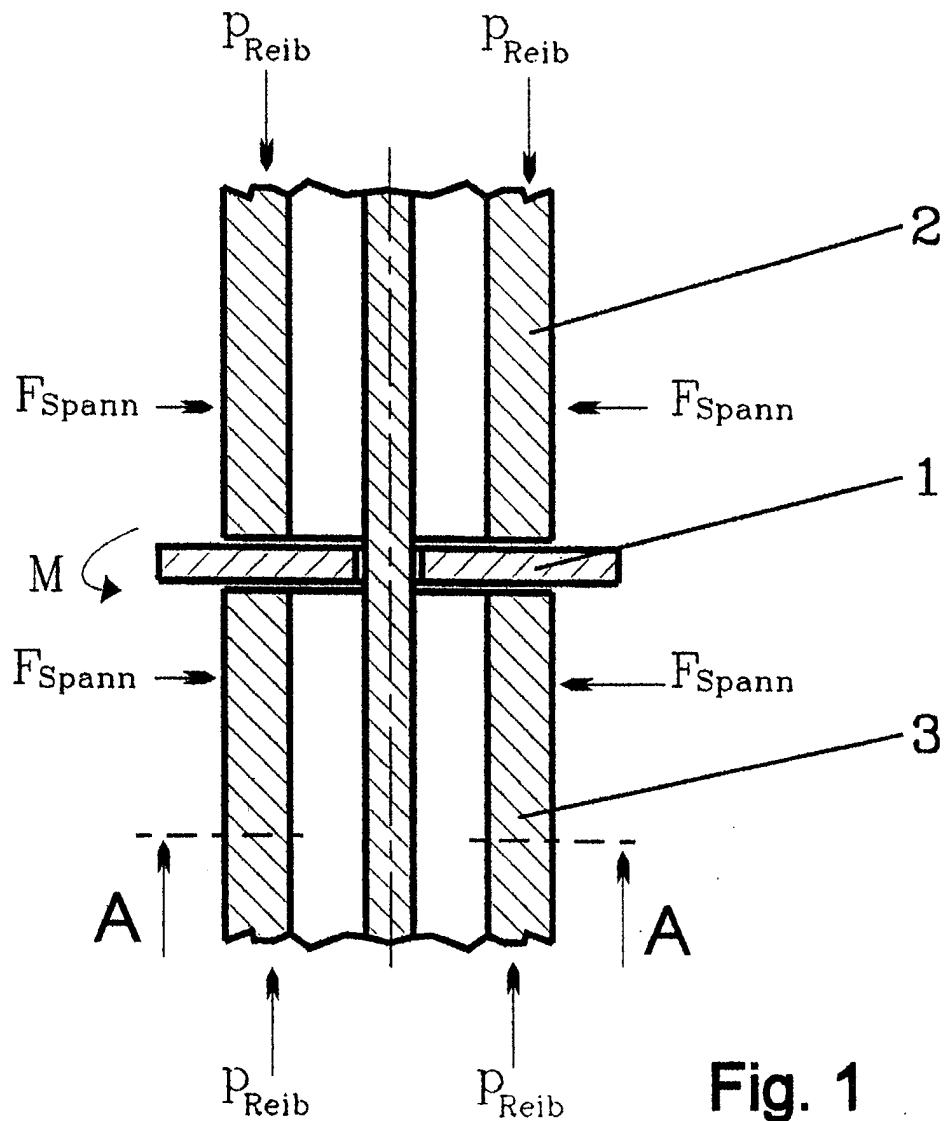


Fig. 1

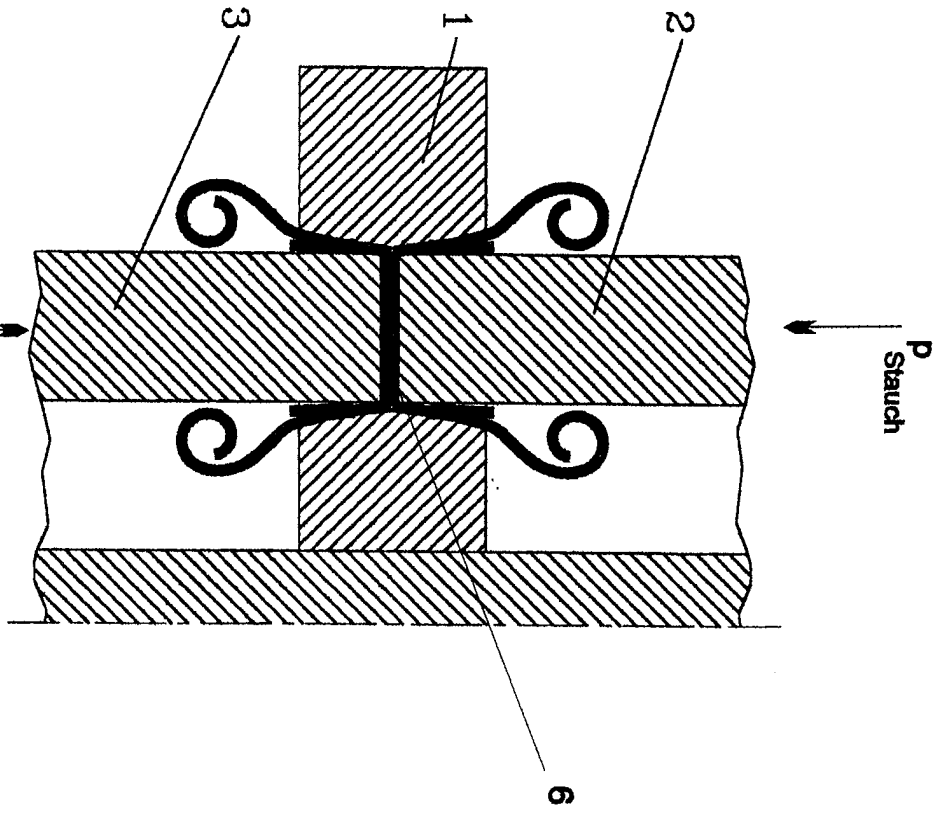


Fig.

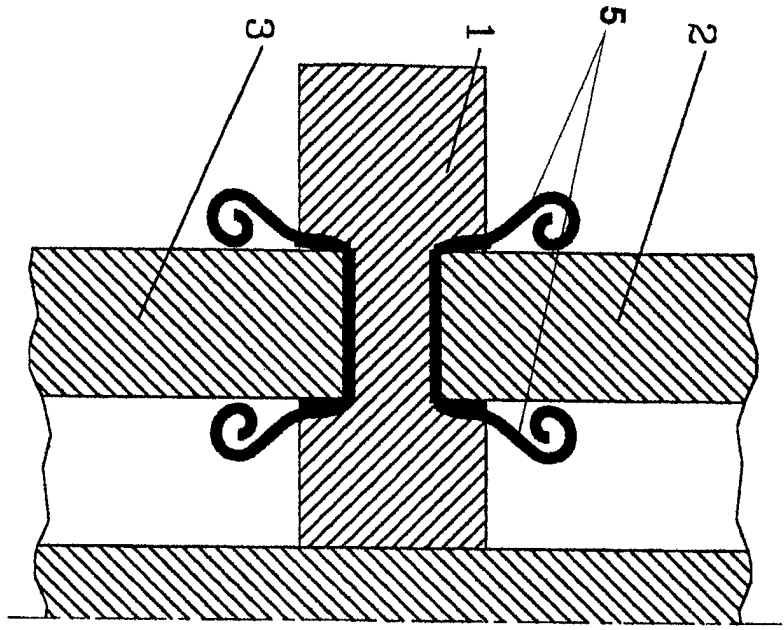


Fig. 3

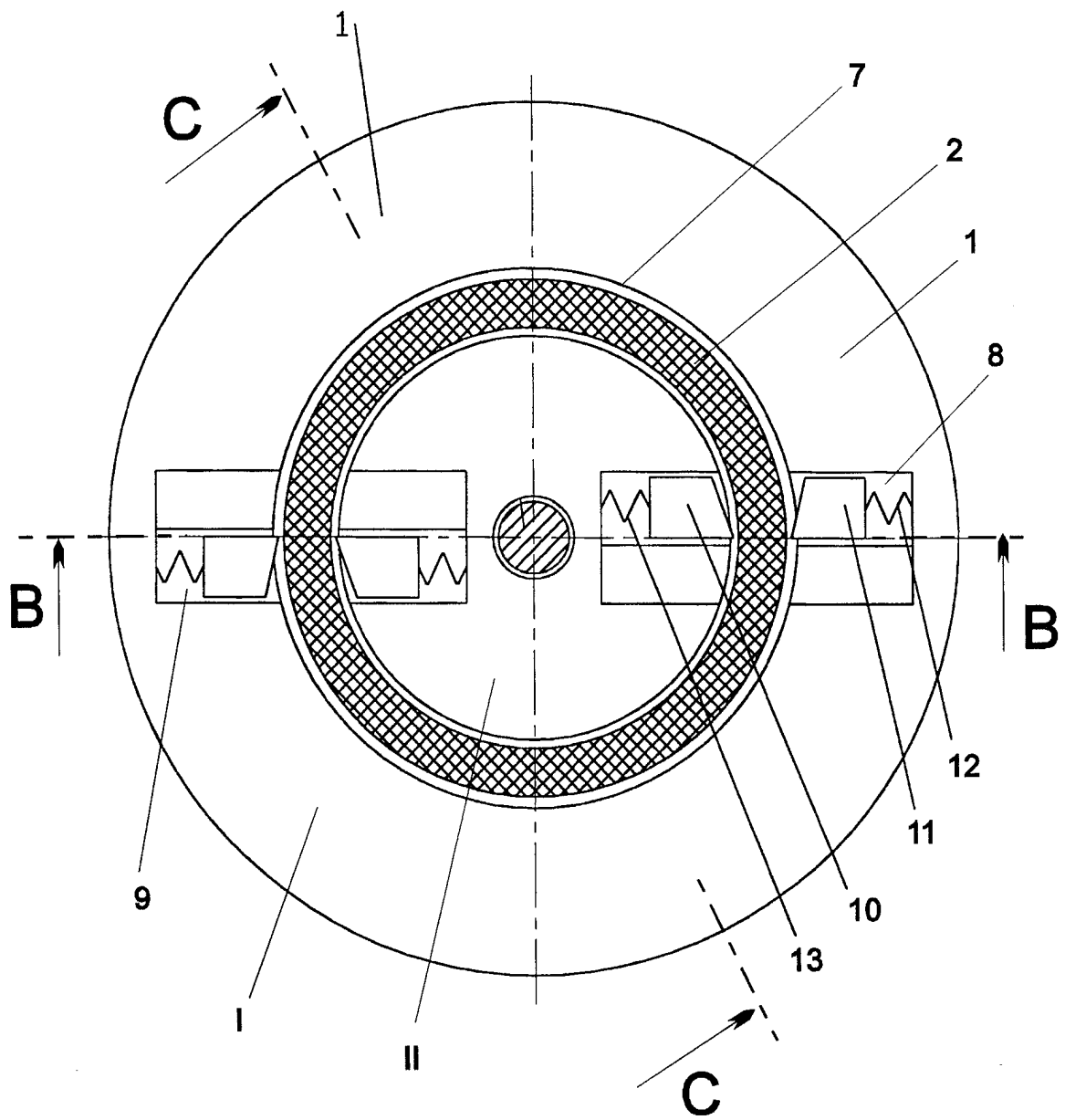


Fig. 5

Fig. 6

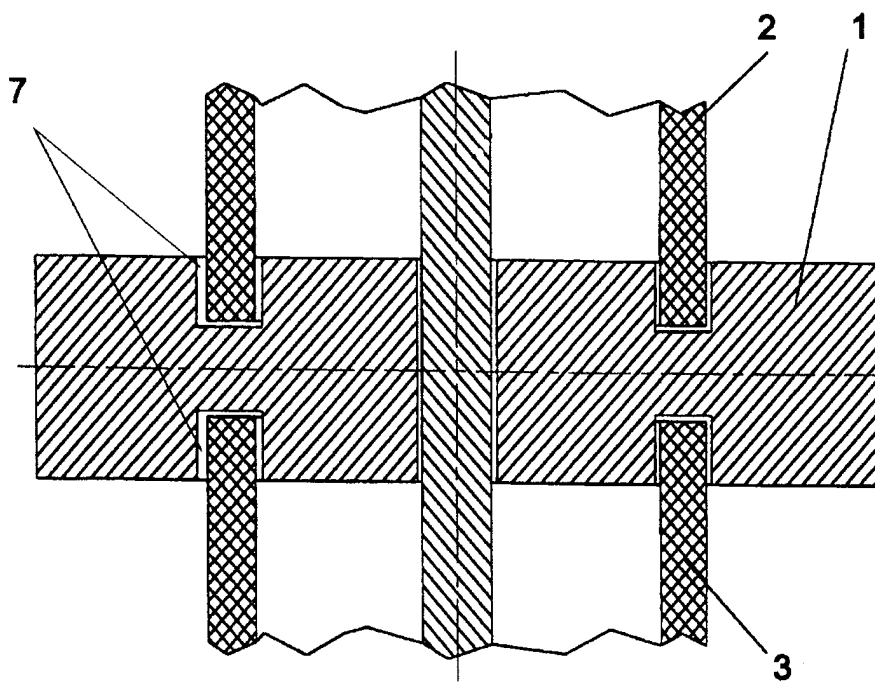
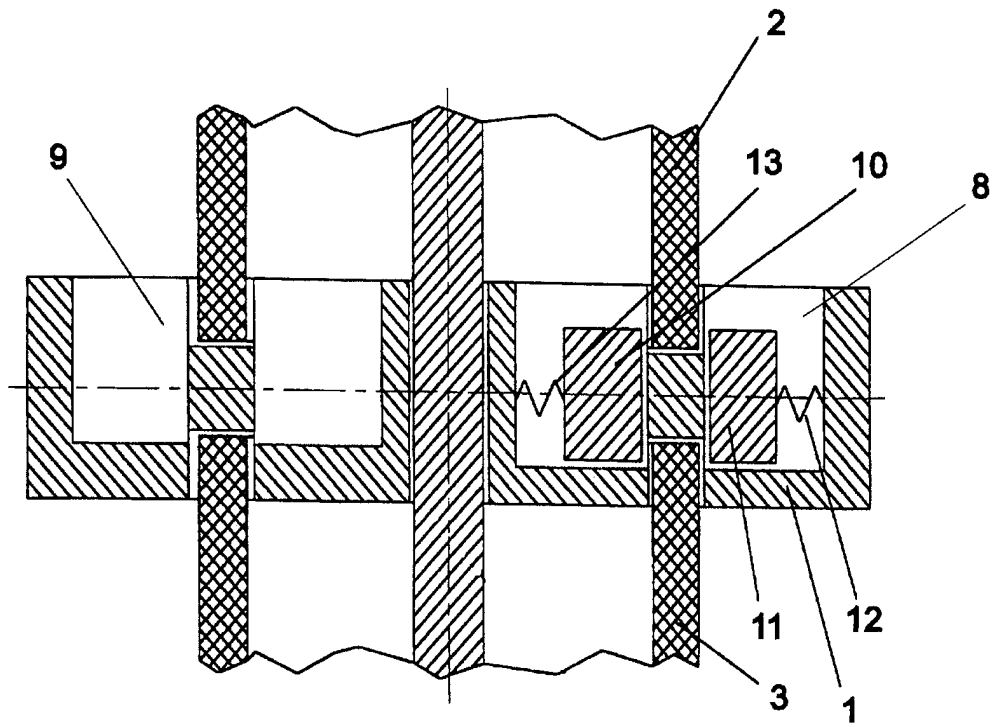


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02668

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 B23K20/12 B23K20/16

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.
A	A.N. SHAITATROV: "The control evaluation of the parameters of the friction welding of pipes through interpiece" WELDING PRODUCTION., vol. 27, no. 12, 1980, CAMBRIDGE GB, pages 15-16, XP002061624 see the whole document ---	1,5
A	DE 23 29 080 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 19 December 1974 cited in the application see the whole document ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 095 (M-209), 21 April 1983 & JP 58 020389 A (KAWASAKI JUKOGYO KK), 5 February 1983, see abstract ---	1
-/--		

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

9 April 1998

Date of mailing of the international search report

29/04/1998

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

Aran, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02668

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 396 204 A (SHELL INT RESEARCH) 7 November 1990 cited in the application -----	
A	DE 20 20 121 A (GURLER HEBERT & CO INC) 11 November 1971 cited in the application -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02668

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2329080 A	19-12-74	NONE	
EP 0396204 A	07-11-90	AU 620711 B	20-02-92
		AU 5460290 A	08-11-90
		CA 2015844 A	03-11-90
		DE 69002860 D	30-09-93
		DE 69002860 T	23-12-93
		JP 2304195 A	17-12-90
		NO 301032 B	01-09-97
		US 5071053 A	10-12-91
DE 2020121 A	11-11-71	BE 748446 A	16-09-70
		CA 924543 A	17-04-73
		FR 2042909 A	12-02-71
		NL 7004860 A	06-10-70

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 97/02668

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 B23K20/12 B23K20/16

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter 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.
A	A.N. SHAITATROV: "The control evaluation of the parameters of the friction welding of pipes through interpiece" WELDING PRODUCTION., Bd. 27, Nr. 12, 1980, CAMBRIDGE GB, Seiten 15-16, XP002061624 siehe das ganze Dokument ---	1,5
A	DE 23 29 080 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 19. Dezember 1974 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 095 (M-209), 21. April 1983 & JP 58 020389 A (KAWASAKI JUKOGYO KK), 5. Februar 1983, siehe Zusammenfassung ---	1
-/--		

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

<p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>	<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
---	---

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
9. April 1998	29/04/1998

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 Aran, D
---	--

4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02668

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 396 204 A (SHELL INT RESEARCH) 7.November 1990 in der Anmeldung erwähnt ---	
A	DE 20 20 121 A (GURLER HEBERT & CO INC) 11.November 1971 in der Anmeldung erwähnt -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02668

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2329080 A	19-12-74	KEINE	
EP 0396204 A	07-11-90	AU 620711 B	20-02-92
		AU 5460290 A	08-11-90
		CA 2015844 A	03-11-90
		DE 69002860 D	30-09-93
		DE 69002860 T	23-12-93
		JP 2304195 A	17-12-90
		NO 301032 B	01-09-97
		US 5071053 A	10-12-91
DE 2020121 A	11-11-71	BE 748446 A	16-09-70
		CA 924543 A	17-04-73
		FR 2042909 A	12-02-71
		NL 7004860 A	06-10-70