

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : B23K 26/14	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/02621 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 7. März 1991 (07.03.91)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE90/00622 (22) Internationales Anmeldedatum: 11. August 1990 (11.08.90) (30) Prioritätsdaten: P 39 26 781.4 15. August 1989 (15.08.89) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstraße 54, D-8000 München 19 (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : ZWICK, Axel [DE/DE]; Lütticher Str. 180, D-5100 Aachen (DE). IMHOFF, Ralf [DE/DE]; Eckenberger Str. 26, D-5100 Aachen (DE). (74) Anwalt: PATENTSTELLE FÜR DIE DEUTSCHE FORSCHUNG DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT E.V.; Leonrodstrasse 68, D-8000 München 19 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), AU, BB, BE (europäisches Patent), BF (OAPI Patent), BG, BJ (OAPI Patent), BR, CA, CF (OAPI Patent), CG (OAPI Patent), CH (europäisches Patent), CM (OAPI Patent), DE (europäisches Patent)*, DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FI, FR (europäisches Patent), GA (OAPI Patent), GB (europäisches Patent), HU, IT (europäisches Patent), JP, KP, KR, LK, LU (europäisches Patent), MC, MG, ML (OAPI Patent), MR (OAPI Patent), MW, NL (europäisches Patent), NO, RO, SD, SE (europäisches Patent), SN (OAPI Patent), SU, TD (OAPI Patent), TG (OAPI Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>		
(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR WELDING BY LASER BEAM (54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM VERSCHWEISSEN MIT LASERSTRAHLUNG UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS (57) Abstract Process for welding by laser beam or similar high-energy radiation, in which two contiguous workpieces have a coating between them, the vaporization point of which is lower than the melting point of the material of the workpieces, and in which a gas flow is directed onto the weld. To improve this process so that coated workpieces can be welded without gaps and so that gas can escape through the vapour capillaries of the weld, a current of gas which promotes degasification of the vaporized coating through the vapour capillaries of the weld is used in addition to the current of protective or working gas which flows around the weld. (57) Zusammenfassung Verfahren zum Verschweißen mit Laserstrahlung od.dgl. hochenergetischer Strahlung, bei dem zwei aneinander anliegende Werkstücke zwischen sich eine Beschichtung mit einem unter dem Schmelzpunkt des Werkstückmaterials liegenden Verdampfungspunkt haben, und bei dem eine auf die Bearbeitungsstelle gerichtete Gasströmung verwendet wird. Um das Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß beschichtete Werkstücke spaltlos und mit Entgasung durch die Dampfkapillare der Bearbeitungsstelle verschweißt werden können, wird so verfahren, daß zusätzlich zu einer Bespülung der Bearbeitungsstelle mit einem Schutz- oder Arbeitsgas eine die Entgasung der verdampften Beschichtung aus der Dampfkapillaren der Bearbeitungsstelle fördernde Gasströmung verwendet wird.		

BENENNUNGEN VON "DE"

Bis auf weiteres hat jede Benennung von "DE" in einer internationalen Anmeldung, deren internationaler Anmeldetag vor dem 3. Oktober 1990 liegt, Wirkung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme des Gebietes der früheren DDR.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	ES	Spanien	MG	Madagaskar
AU	Australien	FI	Finnland	ML	Mali
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SU	Sowjet Union
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
DE	Deutschland	LU	Luxemburg	TG	Togo
DK	Dänemark	MC	Monac	oUS	Vereinigte Staaten von Amerika

Verfahren zum Verschweißen mit Laserstrahlung und
Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verschweißen mit Laserstrahlung od.dgl. hochenergetischer Strahlung, bei dem zwei aneinander anliegende Werkstücke zwischen sich eine Beschichtung mit einem unter dem Schmelzpunkt des Werkstückmaterials liegenden Verdampfungspunkt haben, und bei dem eine auf die Bearbeitungsstelle gerichtete Gasströmung verwendet wird.

Es ist bisher äußerst problematisch, oberflächenveredelte, nämlich oberflächenbeschichtete Werkstücke miteinander zu verschweißen. Insbesondere ist es problematisch, verzinkte Bleche beispielsweise im Überlappstoß miteinander zu verschweißen. Die Problematik rührt daher, daß die Beschichtung aufgrund ihres niedrigen Verdampfungspunkts verdampft und entweichen muß. Beim Entweichen wird die verdampfte Beschichtung in die Schmelze der Bearbeitungsstelle und in deren Dampfkapillare eindringen und

ERSATZBLATT

mittels der ihr eigenen Eruptionskraft von der Bearbeitungsstelle entweichen. Das eruptionsartige Entweichen der verdampften Beschichtung erfolgt unter Mitnahme von Schmelze. Infolgedessen entstehen im Bearbeitungsbereich Krater bzw. Löcher, die zu einer Zerstörung der Schweißnaht führen. Falls die Eruptionskraft der verdampften Oberflächenbeschichtung nicht mehr ausreicht, um die sich abkühlende Schmelze zu durchstoßen, bleiben Poren in der Schweißnaht zurück, die damit fehlerhaft ist..

Um die vorbeschriebenen negativen Auswirkungen auf die Schweißnaht zu vermeiden, ist es bekannt, zwischen den Werkstücken einen Spalt zu lassen, durch den die verdampfte Beschichtung entweichen kann. Ein derartiger Spalt ist jedoch nicht unproblematisch. Die Anordnung eines Spalts verursacht nämlich einen an sich unerwünschten zusätzlichen Aufwand beim Schweißen, indem z.B. Abstandsstücke verwendet werden müssen, oder indem die Werkstücke z.B. eine besondere Formgebung erfahren müssen, wie eine Sickenbildung bei Blechen. Darüber hinaus ergeben sich Schwierigkeiten, wenn die Werkstücke dreidimensionalen Verlauf haben. Es kommt dann immer wieder vor, insbesondere bei industriellen Fertigungsprozessen, daß Stellen mit keinem Fügespalt vorhanden sind, so daß es hier zu fehlerhaftem Schweißen kommt, oder daß Stellen mit zu großem Fügespalt vorhanden sind, so daß die Konstruktionsvorgaben nicht eingehalten werden bzw. mit einem Nahteinfall zu rechnen ist.

Stand der Technik

Aus der US-PS 4 684 779 ist bereits ein Verfahren der eingangs genannten Art bekannt, bei dem die Gasströmung gleichachsig mit der Laserstrahlung auf die Bearbeitungsstelle gerichtet wird. Mit dieser Gasströmung wird ein positiver Druck von oben erzeugt, der die sich beim Schweißen entwickelnden Gase zwischen den Werkstücken austreiben soll. Auch hierzu ist also ein Spalt erforderlich.

Darstellung der Erfindung

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß beschichtete Werkstücke spaltlos und mit Entgasung durch die Dampfkapillare der Bearbeitungsstelle verschweißt werden können.

ERSATZBLATT

3

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zusätzlich zu einer Bespülung der Bearbeitungsstelle mit einem Schutz- oder Arbeitsgas eine die Entgasung der verdampften Beschichtung aus der Dampfkapillaren der Bearbeitungsstelle fördernde Gasströmung verwendet wird.

Für die Erfindung ist von Bedeutung, daß eine Gasströmung verwendet wird, die zusätzlich zu einer Bespülung der Arbeitsstelle mit einem Schutz- oder Arbeitsgas eingesetzt wird. Diese Gasströmung kann so gerichtet und dimensioniert werden, daß eine Entgasung der verdampften Beschichtung bzw. auch anderer im Material vorhandener porenbildender Bestandteile aus der Dampfkapillaren erreicht wird. Zugleich erlaubt es die Gasströmung in ihrer Eigenschaft als zusätzliche Gasströmung, daß die herkömmliche Bespülung der Arbeitsstelle weiterhin ermöglicht wird, beispielsweise um die Energieeinkopplung zu beeinflussen und/oder die Bearbeitungsstelle von der Umgebungsummosphäre abzuschirmen.

Infolge der Entgasung aus der Dampfkapillaren kann beim Verschweißen fugenlos gearbeitet werden. Die Gasströmung erzeugt nach dem Prinzip einer Wasserstrahlpumpe einen Unterdruck im Bereich der Bearbeitungsstelle, so daß die in die Dampfkapillare einströmenden Gase bzw. Beschichtungsdämpfe schnell abgepumpt bzw. abgeführt werden. Der Anteil gasförmiger Bestandteile, die in die Schmelze eindringen, wird drastisch verringert, so daß ein eruptives Schmelze austreiben vermieden werden kann.

Um die Gasströmung möglichst wirksam einsetzen zu können, ist sie zumindest im wesentlichen werkstückoberflächenparallel gerichtet. Sie wird also nicht koaxial zur Laserstrahlung angewendet, wie im vorbeschriebenen bekannten Verfahren, sondern praktisch senkrecht dazu.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Werkstücke durchgeschweißt werden und an beiden Enden der Dampfkapillaren jeweils mit Gasströmung entgast wird. In diesem Fall kann die Dampfkapillare an ihren beiden Enden entgast und somit eine erheblich

ERSATZBLATT

wirksamere Entfernung der verdampften Beschichtung erreicht werden.

Da die Dampfkapillare beim Durchschweißen zweier Werkstücke laserstrahlungsseitig wegen der von dort eingekoppelten Energie stets größer ist, als auf der laserstrahlabgewendeten Seite, wird zweckmäßigerweise so verfahren, daß die auf der laserstrahlabgewendeten Seite der Werkstücke wirkende Gasströmung stärker ist, als die laserstrahlseitige. Die stärkere Gasströmung auf der laserstrahlabgewendeten Seite des Werkstücks verstärkt den Entgasungseffekt, was dazu benutzt werden kann, die Entgasung auf beiden Seiten gleich groß zu halten, beispielsweise bei gleich dicken Werkstücken.

Es hat sich erwiesen, daß die eruptive Wirkung der verdampften Beschichtung besonders dann herabgesetzt wird, wenn die Gasströmung in der Richtung des relativen Vorschubs der Werkstücke erfolgt. Das ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß das in Vorschubrichtung strömende Gas einen Mitnahmeeffekt des Beschichtungsdampfes in die auf der Rückseite der Dampfkapillare größere Schmelzemasse vermeidet.

Besonders vorteilhaft hat es sich des weiteren erwiesen, wenn das Gas der Gasströmung eine das Erweitern der Dampfkapillare bewirkende Strömungsgeschwindigkeit hat. Die Gasströmung reißt die Dampfkapillare insbesondere an der strahlabgewendeten Seite der Werkstücke auf bzw. trägt durch sein Strömungsverhalten zu einem schnelleren Abtragen durch die Schmelzfront insbesondere an der strahlabgewendeten Seite der Werkstücke bei.

Eine wesentliche weitere Verfahrensmaßnahme insbesondere im Zusammenhang mit der Verwendung der die Entgasung fördernden Gasströmung ist es, daß die Oberflächenspannung der Schmelze mittels erhöhter Energieeinkopplung und/oder durch chemische Gasreaktion herabgesetzt und/oder der Durchmesser der Dampfkapillare vergrößert wird. Die Herabsetzung der Oberflächenspannung der Schmelze fördert eine Entmischung der in die Schmelze eingedrungenen Gase und damit eine Herabsetzung des Mitnahmeeffekts der Gase beim Entweichen aus der Schmelze. Die

Durchmesser vergrößerung der Dampfkapillare vergrößert die Entgasungsrate ebenfalls. Um die der Erhöhung der Temperatur der Schmelze dienende verstärkte Energieeinkopplung und/oder eine Vergrößerung des Durchmessers der Dampfkapillaren zu bewirken, ist es beispielsweise möglich, die Streckenenergie zu vergrößern und gleichzeitig eine entsprechend geeignete Lage des Fokuspunktes im Werkstück zu wählen. Es ist aber auch möglich, chemische Gasreaktionen auszunutzen, beispielsweise die Gasreaktionen der Gase Sauerstoff oder Wasserstoff. Sauerstoff kann zur Bildung von erst bei höheren Temperaturen verdampfenden Oxiden der Oberflächenbeschichtung benutzt werden, beispielsweise bei einer Verzinkung zur Bildung von Zinkoxid.

Eine Vorrichtung zur Durchführung eines der vorbeschriebenen Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß beim Schweißen mindestens eine flach winklig zu den Werkstücken gerichtete Düse vorhanden ist, die ein exakt dem Werkstück oberflächenparalleles Ende aufweist. Mit Hilfe des oberflächenparallelen Endes läßt sich eine sehr exakt werkstückoberflächenparallel gerichtete Gasströmung erzeugen, so daß der gewünschte Entgasungseffekt optimal ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung beispielsweise angegebenen Schweißanordnungen näher erläutert. Es zeigt:

- Fig.1 eine Querschnittsdarstellung durch zwei miteinander zu verschweißende Werkstücke im Bereich einer Bearbeitungsstelle,
- Fig.2 eine Aufsicht auf die Bearbeitungsstelle der Fig.1, und
- Fig.3,3a die Herstellung einer Überlappnaht an zwei verzinkten Blechen.

Beste Wege zur Ausführung der Erfindung

Die in Fig.1 dargestellten Werkstücke 1 und 2 sind Bleche, die auf ihren Außenseiten jeweils beschichtet sind, beispielsweise verzinkt. Es ergibt sich eine zwischen den spaltlos angeordneten Werkstücken 1,2 befindliche Beschichtung 3. Auf

den Außenseiten 10,10' der Werkstücke 1,2 sind jeweils Schichten 3'' vorhanden.

Es ist eine Bearbeitungsstelle 4 vorhanden, auf die ein Laserstrahl 11 gerichtet ist. Dieser bringt den im Bereich der Bearbeitungsstelle 4 befindlichen Werkstoff der Werkstücke 1,2 zum Schmelzen, wobei sich eine Dampfkapillare 7 ausbildet. Diese bewirkt infolge der Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl 11 einerseits und den Werkstücken 1,2 andererseits in Richtung 8 eine vergleichsweise schmale Schmelzfront 12 sowie ein in Richtung 8 der Schmelzfront 12 gegenüberliegendes Bad von Schmelze 9 vergleichsweise größeren Ausmaßes. In Fig.2 ist der Bereich 9' der Schmelze 9 strichpunktiert dargestellt.

Aus Fig.1 ist ersichtlich, daß die Dampfkapillare 7 nach außen offene Enden 7',7'' hat, weil die Werkstücke 1,2 durchgeschweißt werden. Wegen der Energieeinkopplung mit dem Laserstrahl 11 hauptsächlich im Bereich des Endes 7' der Dampfkapillare 7 ist dieses Ende 7' im Durchmesser größer, als das gegenüberliegende Ende 7''.

Im Bereich 13 ist die Schmelze 9 erstarrt und es hat sich eine Schweißnaht gebildet. Des weiteren ist in Fig.1 noch eine Düse 14 dargestellt, mit welcher der Bearbeitungsstelle 4 ein Schutz- oder Arbeitgas 6 zugeführt werden kann, beispielsweise um die Energieeinkopplung zu beeinflussen, oder um die Bearbeitungsstelle 4 abzuschirmen.

Durch die Pfeile 5,5' wird angedeutet, daß bei dem Schweißverfahren eine Gasströmung verwendet wird, die werkstückoberflächenparallel gerichtet ist. Es ist auf beiden Seiten 10,10' je eine Gasströmung 5 bzw. 5' vorhanden, die jeweils die Enden 7',7'' der Dampfkapillaren 7 überstreicht.

Aus Fig.2 ist ersichtlich, daß durch den Laserstrahl 11 ein Bereich 15 der Beschichtung 3 erschmolzen bzw. verdampft wird, der wesentlich größer ist, als der Bereich 9' der Schmelze 9. Der Beschichtungsdampf bzw. die verdampfte Beschichtung 3' strömt entsprechend den Pfeilen 16 durch die schmale Schmelzfront 12 in die Dampfkapillare 7 bzw. in die

7

gemäß Pfeil 17 sich um die Dampfkapillare 7 herumbewegende Schmelze 9. Die Gasströmung 5,5' bewirkt nun, daß an den Enden 7', 7'' der Dampfkapillaren 7 eine Entgasung der letzteren stattfindet, weil die Gasströmung 5,5' dort wie eine Wasserstrahlpumpe wirkt und die Dampfkapillare 7 abpumpt, so daß kein Überdruck entstehen kann, der dazu beitragen würde, die verdampfte Beschichtung 3' in die Schmelze 9 zu treiben bzw. sie dort zu halten, so daß es zu den unerwünschten Eruptionsvorgängen käme.

Die Einstellung der Stärke der Gasströmung 5,5' wird auf die jeweiligen Erfordernisse abgestimmt, beispielsweise auf die Stärke der Beschichtung und damit auf die anfallenden Dampfmengen der Beschichtung 3' bzw. auf die Vorschubgeschwindigkeit und den Werkstoff der Beschichtung 3.

Fig.1 läßt außerdem noch erkennen, daß die Stärke der Gasströmung, insbesondere der Gasströmung 5' so eingestellt werden kann, daß die Dampfkapillare 7 erweitert wird. Die betreffende Erweiterung ist mit 18 bezeichnet. Die Stärke der Gasströmungen kann auf den Seiten 10, 10' unterschiedlich sein. Fig. 1 zeigt auf der Seite 10' durch einen dickeren Pfeil eine stärkere Gasströmung 5', um hier die Dampfkapillare über deren Ende 7' stärker zu entgasen, was wegen dessen geringeren Durchmessers vorteilhaft ist, wenn die Entgasung durch die beiden Enden 7, 7' gleichgroß sein soll.

Das durch die Düse 14 zugeführte Schutz- oder Arbeitgas 6 ist beispielsweise ein Inertgas, wie Helium, oder ein aktives Gas, wie Kohlendioxid. Für die Gasströmung 5,5' können auch diese Gase eingesetzt werden. Jedoch empfiehlt es sich in der Regel, ein insbesondere preiswertes Gas für die Gasströmung 5,5' zu verwenden, da der Verbrauch infolge der größeren Strömungsgeschwindigkeit größer ist, als bei der Bespülung der Bearbeitungsstelle 14 mit einem Schutz- oder Arbeitgas 6.

Es wurde oben bereits angesprochen, daß die Gasströmung 5,5' im Bereich der Enden 7', 7'' der Dampfkapillaren 7 einen die Entgasung der Dampfkapillaren 7 fördernden Unterdruck erzeugen kann. Andererseits hat die Gasströmung 5,5' insbesondere

ERSATZBLATT

bei in Vorschubrichtung 8 erfolgender Strömung, bei der also der große Bereich der Schmelze 9 zuerst überstrichen wird, eine auf den Untergrund einwirkende Kraft. Es ergibt sich eine Oberflächen- bzw. Nahtformung, welche der eruptiven Kraft des aus der Schmelze 9 entweichenden Beschichtungsdampfes entgegenwirkt.

Fig.3 zeigt die Seitenansicht zweier als verzinkte Bleche ausgebildeter Werkstücke 1,2, die Abkantungen 1',2' aufweisen, mit denen sie aneinanderliegen, so daß infolgedessen eine eingeschlossene Beschichtung 3 vorhanden ist, die in den Fig.3,3a durch einen verstärkten Strich symbolisiert ist. Zum Herstellen einer Verschweißung der beiden Abkantungen 1',2' mit einer Schweißnaht 13 wird ein vertikal zu den Abkantungen 1',2' gerichteter Laserstrahl 11 verwendet, dessen Strahlfleckbreite die Breite der Schweißnaht 13 bestimmt. Es ist eine Düse 14 für Arbeitgas 6 vorhanden, mit dem die Bearbeitungsstelle 4 be- spült wird. Die Düse 14 ist geneigt angeordnet.

Außerdem sind zwei Gasströmungsdüsen 19 vorhanden, welche dicht an die Abkantungen 1',2' heranragen. Die Enden 19' sind parallel zur Oberfläche der Abkantungen 1',2' gerichtet, so daß werkstückoberflächenparallele Gasströmungen 5,5' in Vorschub- richtung 8 der Werkstücke 1,2 entstehen und im Bereich der hier nicht dargestellten Dampfkapillare 7 die oben beschriebenen Wirkungen erzeugen.

Fig.3,3a zeigen ein Ausführungsbeispiel für einen Überlappstoß verzinkter Bleche, der ohne Spalt verschweißt wird. Derartige Überlappstöße werden beispielsweise im Karosserie- und Behälterbau eingesetzt. Im Karosseriebau sind es vollver- zinkte Motorhilfsträger, Federdome und andere Fahrwerksteile bzw. Schweißnähte im Bereich der Regenrinne.

Als Gas für die Gasströmung 5,5' wird beispielsweise Kohlendioxid oder ein Mischgas mit Sauerstoffanteilen ein- gesetzt. Unter Mischgas wird hier ein Gemisch aus inerten und aktiven Gasen verstanden.

Gewerbliche Verwertbarkeit

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Verschweißen von oberflächenbeschichteten Werkstücken, z. B. verzinkten Blechen.

Ansprüche:

1. Verfahren zum Verschweißen mit Laserstrahlung od.dgl. hochenergetischer Strahlung, bei dem zwei aneinander anliegende Werkstücke (1,2) zwischen sich eine Beschichtung (3) mit einem unter dem Schmelzpunkt des Werkstückmaterials liegenden Verdampfungspunkt haben, und bei dem eine auf die Bearbeitungsstelle (4) gerichtete Gasströmung (5,5') verwendet wird, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß zusätzlich zu einer Bespülung der Bearbeitungsstelle (4) mit einem Schutz- oder Arbeitsgas (6) eine die Entgasung der verdampften Beschichtung (3') aus der Dampfkapillaren (7) der Bearbeitungsstelle (4) fördernde Gasströmung (5,5') verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die Gasströmung (5,5') zumindest im wesentlichen werkstückoberflächenparallel gerichtet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t, daß die Werkstücke (1,2) durchgeschweißt werden und an beiden Enden (7',7'') der Dampfkapillaren (7) jeweils mit Gasströmung (5,5') entgast wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t, daß die auf der laserstrahlabgewendeten Seite (10') der Werkstücke (1,2) wirkende Gasströmung (5') stärker ist, als die laserstrahlseitige (5).
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Gasströmung (5,5') in der Richtung (8) des relativen Vorschubs der Werkstücke (1,2) erfolgt.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Gas der Gasströmung (5,5') eine das Erweitern der Dampfkapillare (7) bewirkende Strömungsgeschwindigkeit hat.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Oberflächenspannung der Schmelze (9) mittels erhöhter Energieeinkopplung und/oder durch chemische Gasreaktion herabgesetzt und/oder der Durchmesser der Dampfkapillare (7) vergrößert wird.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß beim Schweißen mindestens eine flach winklig zu den Werkstücken (1,2) gerichtete Düse (19) vorhanden ist, die ein dem Werkstück (1 oder 2) exakt oberflächenparalleles Ende (19') aufweist.

FIG. 1

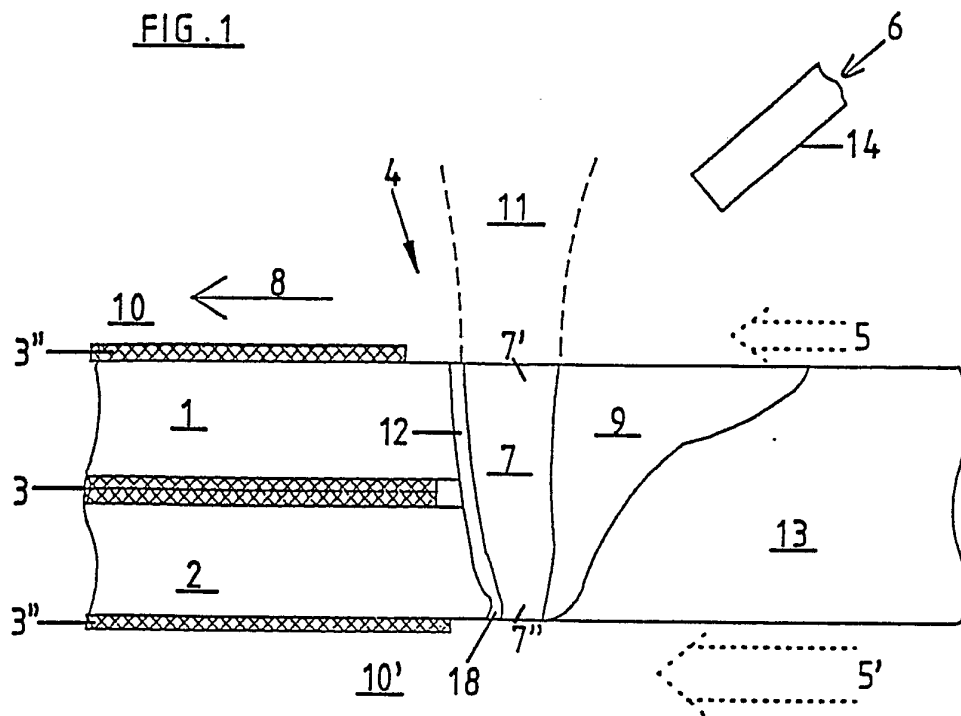


FIG. 2

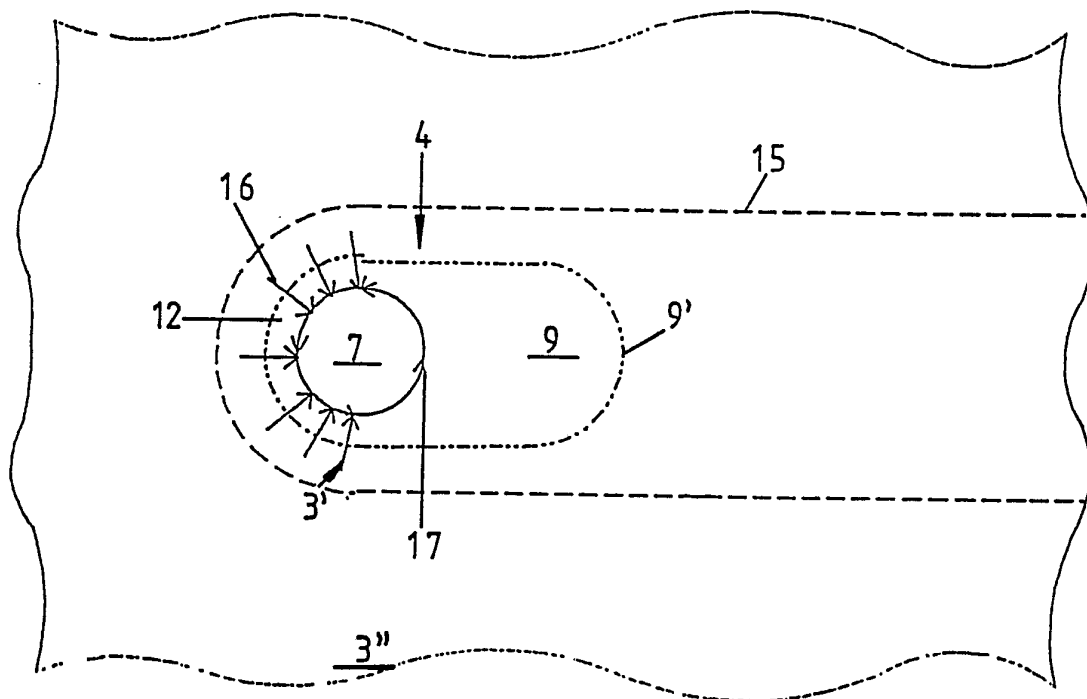


FIG. 3a

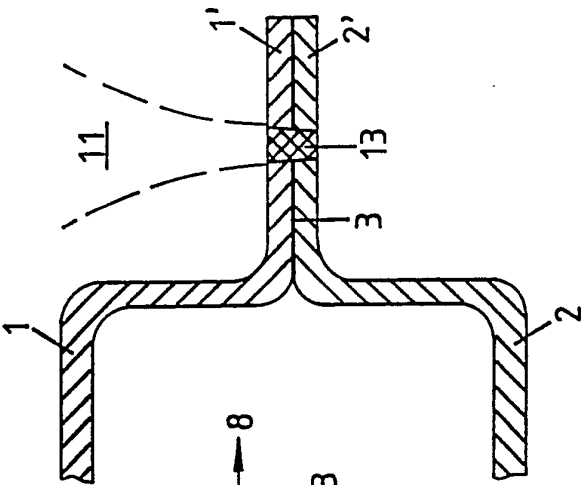
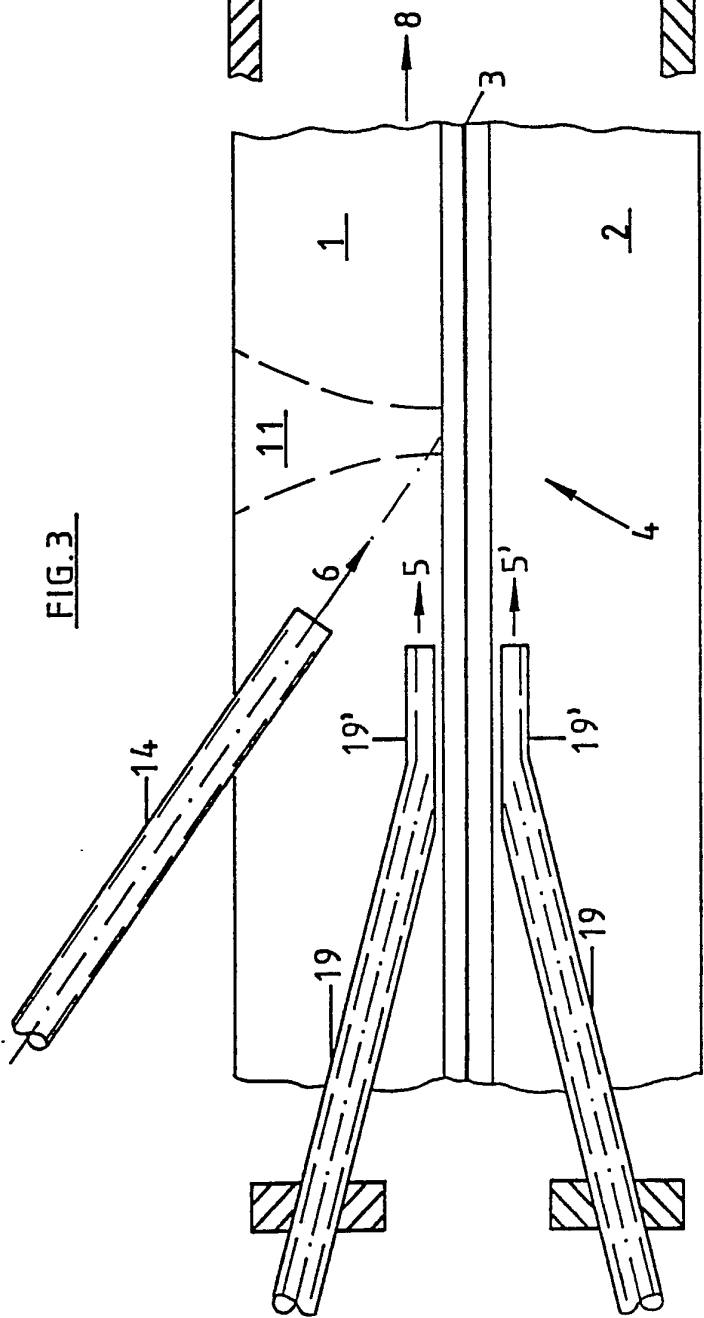


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 90/00622

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ B 23 K 26/14		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	B 23 K	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN volume 9, No. 179 (M-399) (1902) 24 July 1985, & JP-A-60 49887 (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO K.K.) 19 March 1985, see the whole document	1,2,6
A	---	7
A	FR, A, 2360376 (BOC LIMITED) 3 March 1978, see the whole document	1,2,5,6,8
A	EP, A, 278330 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 17 August 1988, see the whole document	1,7
A	TECHNISCHE RUNDSCHAU. volume 80, No. 12, 18 March 1988, BERN CH pages 30-33; H. Benninghoff: "Strahlschweißverfahren erfreut sich zunehmender Beliebtheit" see page 32, column 2, last para- graph - column 3; figures 5-8	1,5
	--- ./.	
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "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 "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		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
7 November 1990 (07.11.90)		23 November 1990 (23.11.90)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	US, A, 4642446 (GENERAL MOTOR CORPORATION) 10 February 1987, see the whole document (cited in the application) ---	1
A	DE, A, 2338514 (LKS-LASER-KOMBINATIONSSYSTEME GMBH & CO KG) 20 February 1975, see the whole document -----	3

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT DE 9000622
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

SA 39145

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 07/11/90

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2360376	03-03-78	GB-A- 1542128	14-03-79
		DE-A- 2734759	09-02-78
		JP-A, B, C 53040661	13-04-78
		US-A- 4128753	05-12-78
EP-A-278330	17-08-88	DE-A, C 3702451	18-08-88
US-A-4642446	10-02-87	None	
DE-A-2338514	20-02-75	None	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 90/00622

I. KLASSEIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 B23K26/14		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	B23K	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 179 (M-399)(1902) 24 Juli 1985, & JP-A-60 49887 (MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO K.K.) 19 März 1985, siehe das ganze Dokument	1, 2, 6
A	---	7
A	FR,A,2360376 (BOC LIMITED) 03 März 1978 siehe das ganze Dokument	1, 2, 5, 6, 8
A	---	
A	EP,A,278330 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 17 August 1988 siehe das ganze Dokument	1, 7

	-/--	
⁹ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ : "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 nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
IV. BESCHLIEßUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
07. NOVEMBER 1990		23. 11. 90
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
EUROPAISCHES PATENTAMT		ARAN D.D. 

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	TECHNISCHE RUNDschau. vol. 80, no. 12, 18 März 1988, BERN CH Seiten 30 - 33; H. Benninghoff: "Strahlschweißverfahren erfreut sich zunehmender Beliebtheit" siehe Seite 32, Spalte 2, letzter Absatz - Spalte 3; Figuren 5-8 ----	1, 5
A	US,A,4642446 (GENERAL MOTOR CORPORATION) 10 Februar 1987 siehe das ganze Dokument (in der Anmeldung erwähnt) ----	1
A	DE,A,2338514 (LKS-LASER-KOMBINATIONSSYSTEME GMBH & CO KG) 20 Februar 1975 siehe das ganze Dokument ----	3

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 9000622

SA 39145

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07/11/90

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR-A-2360376	03-03-78	GB-A- 1542128 DE-A- 2734759 JP-A, B, C53040661 US-A- 4128753	14-03-79 09-02-78 13-04-78 05-12-78
EP-A-278330	17-08-88	DE-A, C 3702451	18-08-88
US-A-4642446	10-02-87	Keine	
DE-A-2338514	20-02-75	Keine	

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82