

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: **81102846.3**

⑤① Int. Cl.³: **C 21 D 9/50**
B 23 K 9/00

⑳ Anmeldetag: **14.04.81**

③① Priorität: **26.04.80 DE 3016259**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.11.81 Patentblatt 81/44

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI NL SE

⑦① Anmelder: **Fried. Krupp Gesellschaft mit beschränkter Haftung**
Altendorfer Strasse 103
D-4300 Essen 1(DE)

⑦② Erfinder: **Peetz, Hans-Jürgen, Dr.**
Memmertweg 8
D-4300 Essen 1(DE)

⑤④ **Verfahren zum Wärmebehandeln von Mehrlagen-Schweißverbindungen und Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.**

⑤⑦ Dieses Verfahren eignet sich zum Mehrlagen-Lichtbogenschweißen ferritischer Stähle und zum anschließenden Wärmebehandeln der Schweißstelle, insbesondere bei großen Werkstückdicken und entsprechenden Volumina. Es sieht vor, die der Verbesserung der Gefügestruktur dienende Nacherwärmung bis kurz oberhalb des Umwandlungspunktes Ac₃ im wesentlichen auf den Bereich der jeweils zuletzt aufgetragenen Schweißraupe und deren Wärmeeinflußzone zu beschränken. Die durch das Schweißen eingebrachte Wärmeenergie kann weitgehend ausgenutzt werden, wenn die Nacherwärmung unmittelbar nach der Beendigung der von der Schweißhitze herrührenden Umwandlung erfolgt. Die anschließende Wärmebehandlung schließt zweckmäßigerweise ein Abkühlen der Schweißnaht ein, wobei die Art der Abkühlung den Forderungen des Einzelfalls angepaßt werden kann.

Die zur Durchführung des Verfahrens benötigte Vorrichtung weist hinter dem Lichtbogenschweißkopf (19) eine Induktorspule (3) und eine Kühlbrause (16) auf. Im hinteren Drittel der Heizwirklinie (8) der Induktorspule (3) ist ein pyrometrischer Temperatur-Meßkopf (12) angeordnet.

EP 0 038 993 A1

./...

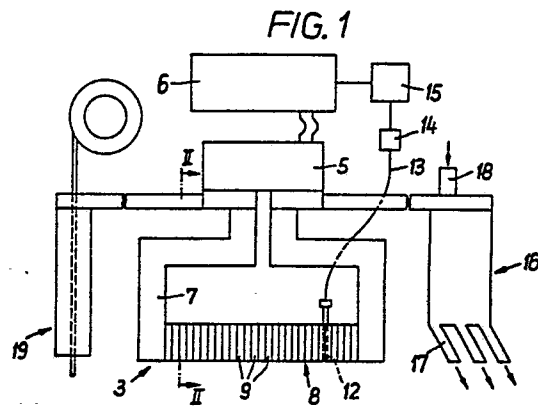
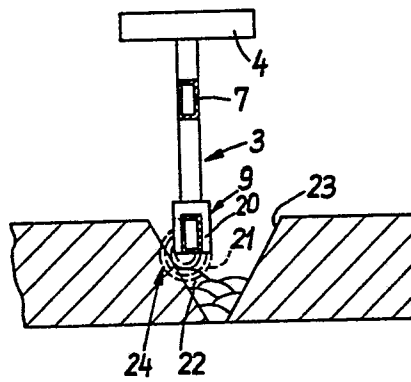


FIG. 2



- 1 -

FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG
in Essen

Verfahren zum Wärmebehandeln von Mehrlagen-Schweiß-
verbindungen und Vorrichtung zum Durchführen des
Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Mehrlagen-
5 Lichtbogenschweißen ferritischer Stähle und zum an-
schließenden Wärmebehandeln der Schweißstelle sowie
eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Beim Schweißen wird die sich an das Schweißgut an-
schließende Zone des Grundwerkstoffs einer starken
10 Wärmebeeinflussung unterzogen (sogenannte Wärmeein-
flußzone), wobei die äußere Randschicht dieser Zone
sogar bis auf Schmelztemperatur gebracht wird. Da
das Volumen des zu schweißenden Werkstücks im Ver-
hältnis zu dem Volumen der Schweißnaht im allgemei-
15 nen sehr groß ist, kann die im Schweißgut enthaltene
Wärmeenergie sehr schnell vom Grundwerkstoff aufge-
nommen werden, so daß die Schweißraupe und die sie
umgebende Wärmeeinflußzone mit verhältnismäßig großer
Abkühlgeschwindigkeit erkalten. Dabei kommt es im
20 Schweißgut zur Bildung stark ausgeprägter Stengel-
kristalle (Dendriten) mit bevorzugter Wachstumsrich-
tung senkrecht zu den Schweißkanten. In der hoche-
hitzten Wärmeeinflußzone entsteht nach dem Erkalten
ein ausgeprägtes Grobkorngefüge, das wesentlich
25 schlechtere Eigenschaften aufweist als der unbeein-
flußte Grundwerkstoff.

Es ist bekannt, durch Normalglühen einer fertigen Schweißverbindung über den Umwandlungspunkt Ac_3 (im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm: Linie GOS) eine Umkristallisation der dendritischen Struktur des Schweißgutes zu erreichen und die Grobkornstruktur in der Wärmeeinflußzone zu beseitigen, und so die Gütewerte der Schweißnaht zu verbessern (vgl. z.B. H. Wirtz: Das Verhalten der Stähle beim Schweißen, Teil I: Grundlagen, Düsseldorf 1973, ab Seite 135). Das Normalglühen erfordert aber bei großen Werkstücken einen entsprechend hohen Aufwand. Außerdem macht es beispielsweise bei Behältern und Kesseltrommeln Schwierigkeiten, die genaue Werkstückform nach dem Glühvorgang zu erhalten.

Für große Konstruktionen, die nicht im ganzen ge-
glüht werden können, ist es bekannt, die aus Schweißnaht und ihrer nächsten Umgebung (im allgemeinen sechsmal der Wanddicke beiderseits der Schweißnaht) gebildete fertige Schweißverbindung örtlich zu erwärmen. So können beispielsweise Rundnähte von Rohren und Zylindermänteln durch Ringbrenner, elektrische Heizmatten oder mit Induktionsspulen erwärmt werden. Bei den bei Mehrlagenschweißverbindungen üblichen großen Werkstückdicken und entsprechenden Volumina ist es aber meist nicht möglich, den gesamten Werkstoff örtlich so zu erwärmen und abzukühlen, daß das Material an der Oberfläche und im Innern des Werkstücks die gleiche Temperatur aufweist. Dies ist aber zur Erzielung einer gleichmäßigen Gefügestruktur und damit optimaler Eigenschaften der Schweißkonstruktion absolut notwendig.

- Beim Schweißen von Mehrlagennähten wird zwar durch das Aufschweißen jeder weiteren Naht die darunter liegende Naht noch einmal erwärmt und damit einer Wärmebehandlung unterzogen. Die damit bewirkte Wärme-
- 5 be- handlung entspricht aber im Regelfall - zumindest bei dickeren Schweißraupen - nicht der für den Einzel- fall notwendigen Wärmebehandlung, so daß nur eine un- vollständige Umwandlung der Gefügestruktur der jeweils unteren Schweißraupe eintritt. Außerdem tritt diese
- 10 Wir- kung für die zuletzt aufgeschmolzene obere Lage bzw. Schweißraupe nicht ein. Es werden deshalb sogar über das konstruktiv notwendige Maß hinausgehende "Vergütungsraupen" aufgeschweißt und anschließend wieder abgetragen.
- 15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfah- ren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen eine kontrollierte, dem vorlie- genden Einzelfall anpaßbare Wärmebehandlung nach dem Schweißen möglich ist.
- 20 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei der Wärmebehandlung im wesentlichen lediglich jeweils die Tiefe einer Schweißraupe bzw. Schweißlage erfaßt wird. Bei der nach der Erfindung vorgesehenen Wärmebehandlung werden also nur kleine Wärme- bzw.
- 25 Kühleistungen benötigt, um den relativ kleinen Quer- schnitt einer Schweißraupe und ihrer Wärmeeinfluß- zone zu erwärmen bzw. wieder abzukühlen. Dies ist ins- besondere dann der Fall, wenn die Wärmebehandlung nach Anspruch 2 im wesentlichen nur die Breite einer Schweiß-
- 30 raupe erfaßt.

Wenn die durch das Überschweißen bewirkte unvollkom- mene Umkörnung des Gefüges überschweißter Raupen im

Einzelfall als ausreichend angesehen wird, kann es aus wirtschaftlichen Gründen vorteilhaft sein, die nach dem Schweißen angewandte Wärmebehandlung auf die letzten, oben angebrachten Schweißraupen zu beschränken. Zumindest sollten aber die seitlich angebrachten, oben liegenden Schweißraupen der erfindungsgemäßen Wärmebehandlung unterzogen werden, um gerade das Gefüge der kritischen Stellen der Wärmeeinflußzone im Übergangsbereich vom Schweißwerkstoff zum Grundwerkstoff umzuformen.

Zur Auflösung der dendritischen Gußstruktur des Schweißgutes und der groben Kornstruktur der Wärmeeinflußzone wird die Schweißraupe vorteilhafterweise bis kurz oberhalb des Umwandlungspunktes Ac_3 erhitzt und anschließend abgekühlt. Um das Verfahren wirtschaftlich gestalten zu können, wird die Erwärmung der Schweißraupen oberhalb des Umwandlungspunktes Ac_3 zweckmäßigerweise unmittelbar nach Beendigung der Umwandlung aus der Schweißhitze, also überschläg-lich bei Erreichen einer Temperatur von etwa 200 °C begonnen. Die Abkühlung soll dabei zweckmäßigerweise - abhängig vom jeweiligen Grundwerkstoff - derart erfolgen, daß das durch die Abkühlung von der Temperatur oberhalb des Umwandlungspunktes Ac_3 entstehende feinkörnige Gefüge dem des Grundwerkstoffs möglichst nahekommt. Durch die Beschränkung der Wärmebehandlung auf die relativ kleinen Volumina einer Schweißraupe lassen sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auch Abkühlungen, die zur Gefügeanpassung bei wasservergüteten Stählen erforderlich sind, vornehmen. Bei vergüteten Stählen ist es zudem vorteilhaft, jede Schweißraupe einer anschließenden Anlaßbehandlung durch Erwärmen auf eine Temperatur kurz unterhalb des Umwandlungspunktes Ac_1 (im Eisen-Kohlenstoff-Diagramm: Linie PS) zu unterziehen.

Ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Schweißen und Wärme-
5 behandeln nach der Erfindung in der
Seitenansicht

Fig. 2 die Induktorspule über einer Schweiß-
stelle im Querschnitt längs der Linie
II-II in Fig. 1.

10 Die Vorrichtung zur Wärmebehandlung besteht aus
einer induktiven Heizeinrichtung und aus einer
Kühleinrichtung. Die Heizeinrichtung besteht aus
einer einwindigen Induktorspule 3, die über Flan-
sche 4 an einen Transformator 5 angeschlossen ist,
15 der von einer nicht weiter dargestellten Mittelfre-
quenzanlage 6 betrieben wird. Die Windung der In-
duktorspule 3 besteht aus einem mit Wasser kühlbaren
Hohlprofil 7 aus Kupfer und ist mit einer dem zu
bearbeitenden Werkstück angepaßten Heizwirklinie 8
20 ausgebildet. Zur Konzentration der magnetischen Fel-
der ist die Induktorspule 3 an ihrer Heizwirklinie 8
mit von der Spule wegweisenden U-förmigen Silizium-
Eisen-Lamellen 9 bestückt. Es hat sich als vorteil-
haft erwiesen, wenn das die Heizwirklinie 8 bildende
25 Teilstück mindestens 100 mm lang ist, da dann die
Schweißnaht bei der Vorschubbewegung nicht plötzlich,
sondern allmählich aufgeheizt wird.

In bezug auf die Vorschubrichtung V ist im hinteren
Drittel der Heizwirklinie 8 ein berührungslos arbeiten-
30 der pyrometrischer Temperatur-Meßkopf 12 angeordnet,
der über einen flexiblen Glasfaser-Lichtleiter 13 mit
einem Pyrometer 14 verbunden ist. Das Pyrometer ist
wiederum mit einem Proportional-Integral-Differential-

Regler (PID-Regler) 15 verbunden, um das pyrometrische Meßsignal für die Leistungssteuerung der Mittelfrequenzanlage 6 verwerten zu können.

Mit der Induktorspule 3 ist eine Kühlvorrichtung
5 in Form einer Kühlbrause 16 mit mehreren Düsen 17 und einer Eintrittsleitung 18 gekoppelt. In einfacher Weise kann diese Kühlbrause mit Druckluft betrieben werden. Beim kontinuierlichen Arbeiten, z.B. beim Schweißen von Umfangsnähten an zylindrischen
10 Mantelflächen, kann die Heizeinrichtung und die Kühlvorrichtung vorteilhafterweise mit dem Lichtbogenschweißkopf 19 gekoppelt sein.

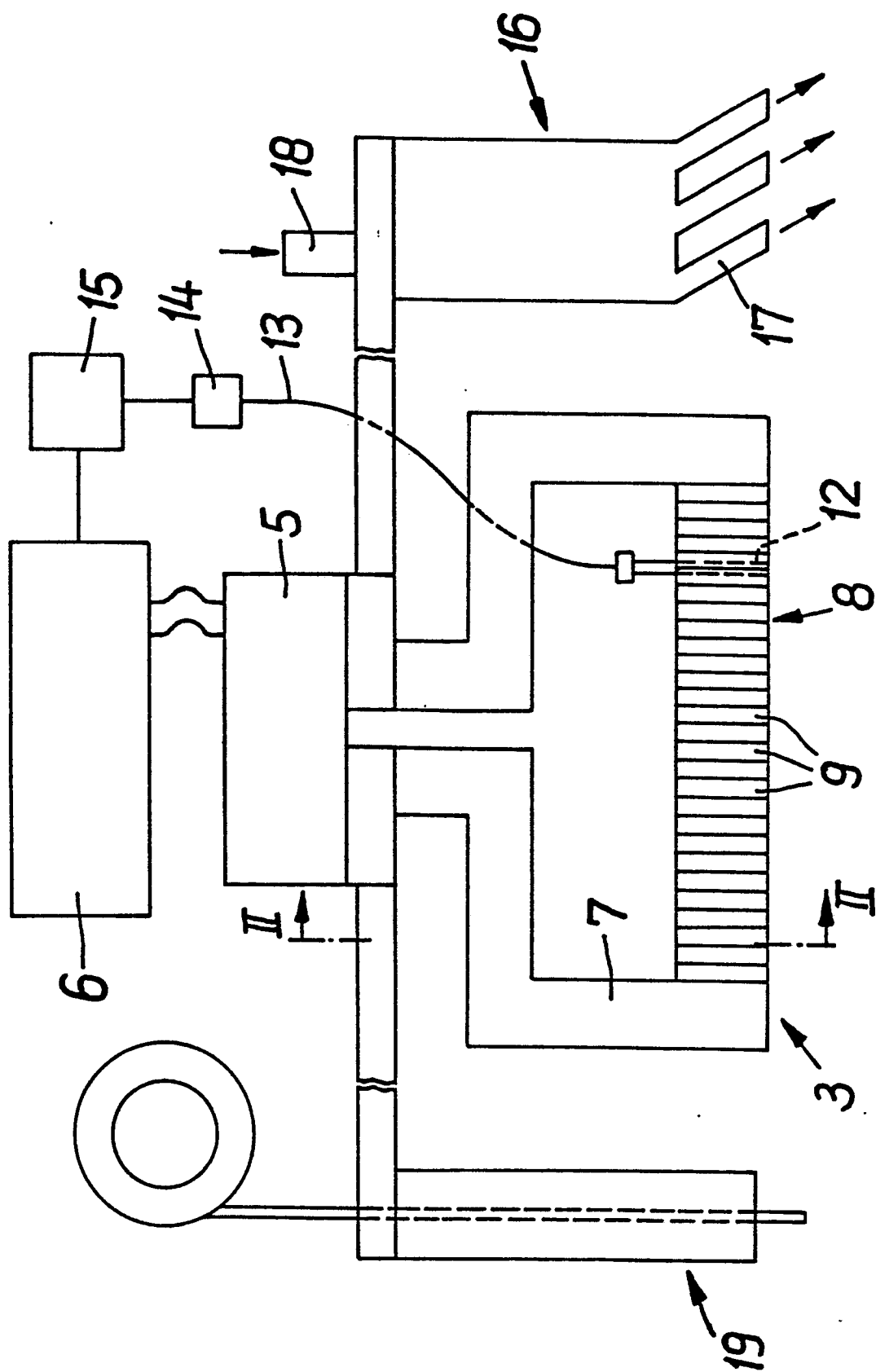
Aus Fig. 2 ist ersichtlich, wie die aus den Schenkeln 20 der U-förmigen Lamellen 9 austretenden gestrichelt dargestellten Magnetlinien 21 die - im
15 dargestellten Fertigungszustand - zuletzt geschweißte Raupe 22 einer 60°-V-Nahtfuge 23 und die ihr unmittelbar benachbarte Wärmeeinflußzone 24 im Grundwerkstoff durchdringen, so daß deren Schweißgut ein-
20 schließlich deren Wärmeeinflußzone bis in das Austenitgebiet erhitzt und das Gefüge in der Schweißraupe und in der Wärmeeinflußzone umgeformt werden kann.

A n s p r ü c h e :

1. Verfahren zum Mehrlagen-Lichtbogenschweißen
ferritischer Stähle und zum anschließenden
Wärmebehandeln der Schweißstelle,
dadurch gekennzeichnet,
5 daß bei der Wärmebehandlung im wesentlichen
lediglich jeweils die Tiefe einer Schweißraupe
bzw. einer Schweißlage erfaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß die Wärmebehandlung im wesentlichen
10 jeweils die Breite einer Schweißraupe und deren
Wärmeeinflußzone erfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß sich die Wärmebehandlung le-
diglich auf die letzten, oben aufgebrachten
15 Schweißraupen erstreckt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-
durch gekennzeichnet, daß sich die Wärmebehand-
lung lediglich auf die letzten, oben seitlich
aufgebrachten Schweißraupen erstreckt.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-
durch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung
ein Erwärmen des zu behandelnden Materials über
die Temperatur des oberen Umwandlungspunktes
 Ac_3 , bei dem eine Umwandlung von ferritischem
25 zu austenitischem Gefüge eintritt, einschließt.

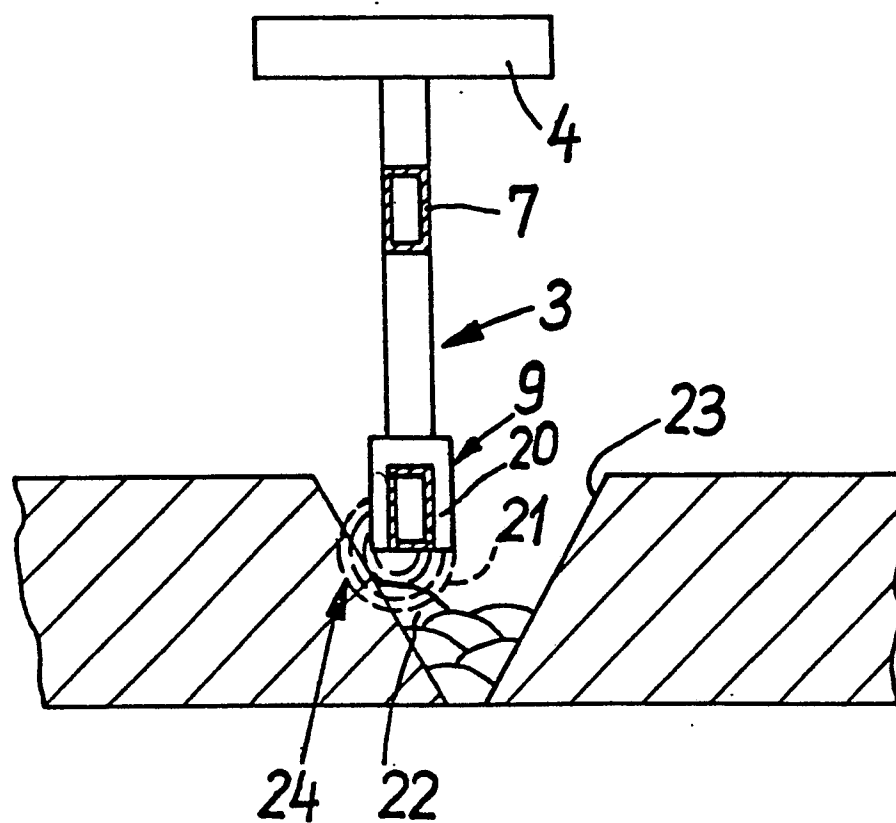
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich dem Erwärmen auf die Temperatur des oberen Umwandlungspunktes Ac_3 eine Abkühlung mit einer solchen Abkühlgeschwindigkeit anschließt, daß zumindest Teilbereiche des zu behandelnden Materials aus martenitischer Gefügestruktur entstehen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zu behandelnde Material auf eine Temperatur unterhalb des unteren Umwandlungspunktes Ac_1 , bei dem eine Umwandlung von ferritischem in austenitisches Gefüge eintritt, erwärmt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung unmittelbar nach Beendigung der von der Schweißhitze herrührenden Umwandlung erfolgt.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch einen Lichtbogenschweißkopf (19) und eine Induktorspule (3), in deren Heizwirklinie (8) im - in bezug auf die Vorschubrichtung (V) - letzten Drittel ein pyrometrischer Temperatur-Meßkopf (12) angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß - in bezug auf die Vorschubrichtung (V) - hinter der Induktorspule (3) eine Kühlbrause (16) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktorspule (3) mechanisch mit dem Lichtbogenschweißkopf (19) gekoppelt ist.

FIG. 1



- 2/2

FIG. 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 3, Nr. 50, 27. April 1979, Seite 58C44 & JP - A - 54 25236 (26-02-1979) --	1-3,5,7,9	C 21 D 9/50 B 23 K 9/00
X	FR - A - 2 185 008 (CRC-CROSE) * Anspruch 8; Figur 5; Seite 5, Zeile 21 - Seite 6, Zeile 2; Seite 11, Zeilen 12-33 * --	1-3,5,7	
X	DE - A - 2 114 399 (STAHL- UND ROHRENWERK) * Ansprüche 1,2 * --	1,2,4,5,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) C 21 D
	GB - A - 2 018 297 (KRAFTWERK UNION) * Insgesamt * & DE - A - 2 815 114 --	1,4,5,7-9,11	
	DE - A - 2 106 600 (LICENTIA) * Insgesamt * --	1,5,7	
	DE - A - 2 238 008 (MANNESMANN) * Insgesamt * --	1,5,7-9,11	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie. Übereinstimmendes Dokument
	FR - A - 2 164 712 (SIEMENS) * Ansprüche 1,4; Figuren * & DE - A - 2 164 139 -- ./.	1,9,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	15-07-1981	MOLLET	



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0038993
Nummer der Anmeldung
EP 81 10 2846
-2-

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>DE - B - 1 225 681</u> (RHEINSTAHL)		
A	<u>DE - A - 1 408 269</u> (LINDE)		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)