

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 841 411 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

13.05.1998 Patentblatt 1998/20

(51) Int. Cl.⁶: **C23C 4/18**

(21) Anmeldenummer: **97116336.5**

(22) Anmeldetag: **19.09.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV RO SI

(30) Priorität: **08.11.1996 DE 19646086**

(71) Anmelder: **CASTOLIN S.A.**

CH-1025 Lausanne - St. Sulpice (CH)

(72) Erfinder:

• **Gustafsson, Sten**

1135 Denens (CH)

• **Wasserman, Christopher**

1135 Denens (CH)

(74) Vertreter:

Hiebsch, Gerhard F., Dipl.-Ing. et al

Patentanwälte,

Dipl.-Ing. G.F. Hiebsch, Dipl.-Ing. K. Peege,

Dipl.-Ing. N. Behrmann,

Heinrich-Weber-Platz 1

78224 Singen (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen von beschichteten Überhitzernadeln, Rohrbogen od. dgl. und deren Verwendung**

(57) Bei einem Verfahren zum Herstellen von mit selbstfließenden Hartlegierungen beschichteten gebogenen Überhitzerrohren, Rohrbogen od.dgl. Einrichtungen, insbesondere für Großfeuerungsanlagen, wird das Rohr als linearer Rohling durch thermisches Spritzen sowie nachträgliches Einschmelzen des Auftrages mit einer Schichtdicke zwischen 0,05 und 2,0 mm beschichtet und anschließend in die Endform gebogen.

EP 0 841 411 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von mit selbstfließenden Hartlegierungen beschichteten gebogenen Überhitzerrohren, Rohrbogen od.dgl. Einrichtungen insbesondere für Großfeuerungsanlagen. Zudem erfaßt die Erfindung die Verwendung solcher Überhitzerrohre, Rohrbogen od.dgl. Einrichtungen.

Das Beschichten von Rohren, Rohrbogen, Teilen von Bogen und Rohren, aus denen nach dem Beschichten durch thermisches Spritzen mit selbstfließenden Hartlegierungen sog. Überhitzernadeln in Heizkesseln durch Schweißen montiert werden oder die nach der Fertigmontage beschichtet werden, sind in großem Umfange bei Großfeuerungsanlagen zu finden.

Da die Herstellung von korrosions- und verschleißgeschützten bzw. mit selbstfließenden Hartlegierungen beschichtete Überhitzernadeln und anderen im Kesselbau angewendeten gebogenen Rohren sehr kostspielig ist, werden diese nur an den Stellen eingebaut, die unbedingt gegen Korrosion oder Verschleiß geschützt werden müssen, mit der Folge, daß heute in den meisten Großfeuerungsanlagen die Rohre im Überhitzerbereich sowie die Nadeln und Bogen nur zu einem geringen Teil beschichtet sind.

Bislang schlugen betriebsinterne Versuche fehl, solche Rohrbogen durch Beschichten und nachträgliches Biegen herzustellen, da die Legierungen eine hohe Härte sowie eutektische Struktur aufweisen und daher nur in geringem Maße kalt umgeformt zu werden vermögen; in der Schicht tritt beim Biegen eine starke Reißbildung auf.

Da auch in den anderen Bereichen im Kesselbau die Verwendung solcher Rohrteile von großem Vorteil ist, hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, ein Verfahren anzubieten, mit dem das Herstellen der eingangs genannten Rohrteile unter Erhöhung von deren Standfestigkeit kostengünstiger wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Patentanspruchs, die Unteransprüche geben günstige Ausgestaltungen an.

Erfindungsgemäß wird das Rohr als linearer Rohrling durch thermisches Spritzen sowie nachträgliches Einschmelzen des Auftrages mit einer Schichtdicke zwischen 0,05 und 2,0 mm beschichtet und erst anschließend in die Endform gebogen. Dazu hat es sich als günstig erwiesen, als selbstfließende Legierung zum Beschichten durch thermisches Spritzen mit nachträglichem Einschmelzen eine Legierung auf Nickel-Chrom-Bor-Silizium-Basis oder auf Nickel-Bor-Silizium-Basis oder Kobalt-Chrom-Basis mit Zusätzen von Bor und Silizium einzusetzen; diese führen zu besonders guten Beschichtungsergebnissen.

Die Schichtdicke der Beschichtung soll nach einem weiteren Merkmal der Erfindung zwischen 0,1 bis 1,5 mm -- vorzugsweise 0,3 bis 1,0 mm -- aufgebaut werden bei vorteilhaften Wanddicken der zu biegender und zu beschichtenden Rohlingsrohre zwischen 2,5 bis 8

mm, vorzugsweise 3,0 bis 6,0.

Die zu biegender und zu beschichtenden Rohlingsrohre zeichnen sich durch einen Durchmesser zwischen 20 bis 100 mm -- vorzugsweise 30 bis 70 mm -- aus.

Der Biegeradius des durch thermisches Spritzen mit Hartlegierungen und nachträgliches Einschmelzen beschichteten Rohres soll zwischen 50 bis 2500 mm -- vorzugsweise 60 bis 1500 mm -- gewählt werden.

Im Rahmen der Erfindung liegt es, den Biegevorgang unmittelbar nach dem Einschmelzen und ohne Zwischenabkühlung durchzuführen oder aber nach einer Zwischenabkühlung und einer Wiedererwärmung. Zudem soll der Biegevorgang in einem Temperaturbereich zwischen 400 bis 1000°C -- vorzugsweise 500 bis 900°C -- erfolgen.

Das Erwärmen des beschichteten Rohres vor dem Biegevorgang geschieht in erfinderischer Weise durch Induktion, durch eine Flamme oder aber mittels eines Stromdurchganges, bevorzugt zudem unter Einschmelzwärme.

Zum Auftragen der selbstfließenden Hartlegierung eignet sich autogenes Flammsspritzen, ein Hochgeschwindigkeits-Flammsspritzverfahren (HVOF), Plasmaspritzen oder das Lichtbogendrahtspritzverfahren.

Das Einschmelzen der aufgespritzten selbstfließenden Beschichtung kann mit der Flamme erfolgen oder mittels einer Induktionsspule. Auch hat es sich als günstig herausgestellt, die aufgespritzte selbstfließende Hartlegierungsbeschichtung in einem elektrischen Ofen oder einem gasgeführten Ofen einzuschmelzen.

In der beschriebenen Weise hergestellte Überhitzerrohre, Rohrbogen od.dgl. Einrichtung eignen sich vor allem für Feuerungsanlagen für fossile Brennstoffe oder Schwarzlaugenkesselanlagen, aber ebenso für Müllverbrennungsanlagen, zur Anwendung in der chemischen Industrie oder in thermischen Kraftwerksanlagen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt schematisch jeweils in Seitenansicht:

Fig. 1: ein Rohr in einer Biegeeinrichtung;

Fig. 2, 4, 5: Formen von Überhitzernadeln;

Fig. 3, 6: einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 2 bzw. Fig. 5.

Ein in Fig. 1 -- teilweise -- gestrichelt angedeuteter linearer Rohrabschnitt 10_a wird dadurch zu einem Rohrkrümmern 10 umgeformt, daß seine beiden freien Enden 12 durch radial ansetzende Druckstempel 14 beidseits eines mittigen Ambosses 16 als Widerlager aus der Längsachse A des Rohrabschnitts 10_a gebogen werden. Dabei bestimmt die gekrümmte Dachfläche 18

eines Amboßhutes 20 das Maß der Krümmung.

In Fig. 2, 3 sind der Radius des halbkreisförmigen Rohrkrümmers 10 mit R und dessen teilkreisförmige Mittellinie mit M angegeben. Der Radius R mißt dort -- an einer Überhitzernadel 22 -- beispielsweise 60 mm; der Abstand a der beiden parallelen Abschnitte 24 der Überhitzernadel 22 beträgt hier 120 mm bei einem Rohrdurchmesser d von etwa 40 mm.

Die beiden parallelen Abschnitte 24 der Überhitzernadel 22_a der Fig. 4 eines nicht gezeigten Schwarzlau- genkessels sind durch ein lineares Zwischenrohrstück 26 verbunden, dessen Längsachse B zu den Längsachsen A der Abschnitte 24 geneigt ist; unter Bildung zweier spitzer Winkel w. Auch hier sind die Rohre 24, 26 durch gekrümmte Zwischenstücke 11 verbunden.

Die Überhitzernadel 22_b der Fig. 5 ist U-förmig mit zu den parallelen Abschnitten 24 rechtwinkeligem Zwischenrohrstück 26 ausgebildet. Hier dienen zwei einen Viertelkreis beschreibende Rohrkrümmen 10_b mit dem Radius R von 60 mm als Verbindungen.

Der erfindungsgemäße Herstellungsablauf für eine Überhitzernadel 22, 22_a, 22_b bzw. deren Rohrbogen 10, 10_b, 11 ist folgender:

Die durch mit gebrochenem Stahlkies gereinigten und mit Siliziumkarbid oder Korund feingestrahnten Rohre 10_a werden im geraden Zustand mit einer selbstfließenden Hartlegierung durch thermisches Spritzen -- wie etwa autogenes Flammsspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen oder Plasmaspritzen -- beschichtet, die aufgetragene Schicht 30 wird mit der autogenen Flamme in einem Ofen oder durch Induktionswärme eingeschmolzen.

Dann wird die Beschichtung aus selbstfließenden Hartlegierungen, die im eingeschmolzenen Zustand eine Schichtdicke zwischen 0,05 und 2,0 mm -- vorzugsweise 0,1 und 1,5 mm bzw. 0,3 bis 1,0 mm -- aufweist, in einem Temperaturbereich zwischen 400 und 1000°C, vorzugsweise 500 bis 900°C, mit dem Rohr gebogen.

Der äußere Rohrdurchmesser d muß im Bereich von 20 bis 100 mm, vorzugsweise 30 bis 70 mm, liegen und die Wanddicke e ohne Beschichtung zwischen 2,5 und 8,0 mm, vorzugsweise 3,0 bis 6,0 mm.

Zum Erwärmen bzw. Aufheizen muß die aufgeheizte Zone so groß sein, daß das kältere bzw. außerhalb der Heizzone liegende Rohr 10 keinen Biegespannungen ausgesetzt ist.

Als Wärmepotential zum Biegen kann die Einschmelzwärme verwendet werden. In manchen Fällen empfiehlt es sich, das Rohr 10 nach dem Beschichten abzukühlen und nachträglich für den Biegevorgang wieder aufzuheizen.

Als günstig hat sich ein Biegeradius R zwischen 50 bis 2000 mm, vorzugsweise 60 bis 1500 mm, erwiesen. Bei den Biegeradien R unter 200 mm ist besonders auf eine genaue Temperatureinhaltung zu achten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von mit selbstfließenden Hartlegierungen beschichteten gebogenen Überhitzerrohren, Rohrbogen od.dgl. Einrichtungen, insbesondere für Großfeuerungsanlagen, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr als linearer Rohling durch thermisches Spritzen sowie nachträgliches Einschmelzen des Auftrages mit einer Schichtdicke zwischen 0,05 und 2,0 mm beschichtet und anschließend in die Endform gebogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine selbstfließende Legierung auf Nickel-Chrom-Bor-Silizium-Basis zum Beschichten durch thermisches Spritzen mit nachträglichem Einschmelzen, wobei bevorzugt eine Schichtdicke der Beschichtung zwischen 0,1 bis 1,5 mm, vorzugsweise 0,3 bis 1,0 mm, aufgebaut wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine selbstfließende Legierung auf Nickel-Bor-Silizium-Basis zum Beschichten durch thermisches Spritzen mit nachträglichem Einschmelzen, wobei bevorzugt eine Schichtdicke der Beschichtung zwischen 0,1 bis 1,5 mm, vorzugsweise 0,3 bis 1,0 mm, aufgebaut wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine selbstfließende Legierung auf Kobalt-Chrom-Basis mit Zusätzen von Bor und Silizium zum Beschichten durch thermisches Spritzen mit nachträglichem Einschmelzen, wobei bevorzugt eine Schichtdicke der Beschichtung zwischen 0,1 bis 1,5 mm, vorzugsweise 0,3 bis 1,0 mm, aufgebaut wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Wanddicke der zu biegenden und zu beschichtenden Rohlingsrohre zwischen 2,5 bis 8 mm, vorzugsweise 3,0 bis 6,0 mm und/oder durch einen Durchmesser der zu biegenden und zu beschichtenden Rohlingsrohre zwischen 20 bis 100 mm, vorzugsweise 30 bis 70 mm.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegeradius des durch thermisches Spritzen mit Hartlegierungen und nachträgliches Einschmelzen beschichteten Rohres zwischen 50 bis 2500 mm, vorzugsweise 60 bis 1500 mm, gewählt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegevorgang unmittelbar nach dem Einschmelzen und ohne Zwischenabkühlung durchgeführt wird oder daß der Biegevorgang nach einer Zwischenabkühlung und

einer Wiedererwärmung durchgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegevorgang in einem Temperaturbereich zwischen 400 bis 1000°C, vorzugsweise 500 bis 900°C, durchgeführt wird, wobei gegebenenfalls das beschichtete Rohr vor dem Biegevorgang durch Induktion oder durch eine Flamme oder mittels Stromdurchgang aufgeheizt wird. 5
10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Biegevorgang unter Einschmelzwärme durchgeführt wird. 15

10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die selbstfließende Hartlegierung durch autogenes Flamspritzen oder durch ein Hochgeschwindigkeits-Flamspritzverfahren (HVOF) aufgetragen wird. 20

11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die selbstfließende Hartlegierung durch Plasmaspritzen oder durch Lichtbogendrahtspritzverfahren aufgetragen wird. 25

12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgespritzte selbstfließende Beschichtung mit der Flamme eingeschmolzen wird. 30

13. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgespritzte selbstfließende Hartlegierungsbeschichtung mittels einer Induktionsspule eingeschmolzen wird. 35

14. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgespritzte selbstfließende Hartlegierungsbeschichtung in einem elektrischen Ofen oder einem gasgeführten Ofen eingeschmolzen wird. 40

15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Überhitzerrohre, Rohrbogen od.dgl. Einrichtung in Feuerungsanlagen für fossile Brennstoffe, in Schwarzlaugenkesselanlagen, in Müllverbrennungsanlagen, in Einrichtungen der chemischen Industrie oder in thermischen Kraftwerksanlagen eingebaut werden. 45
50

55

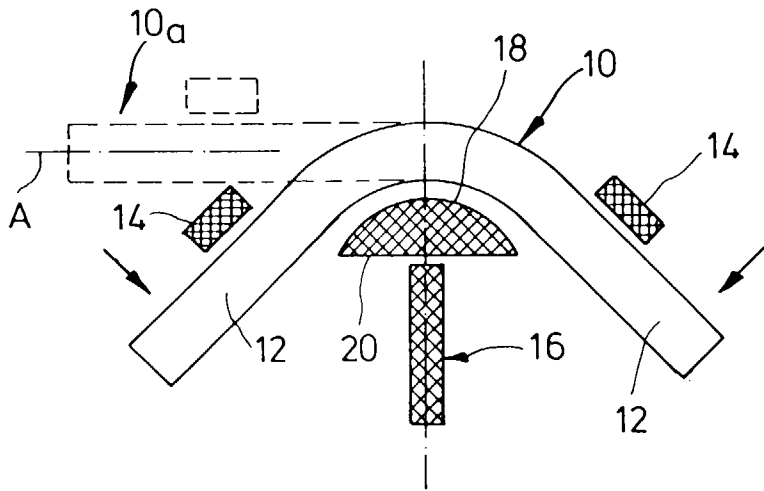


Fig.1

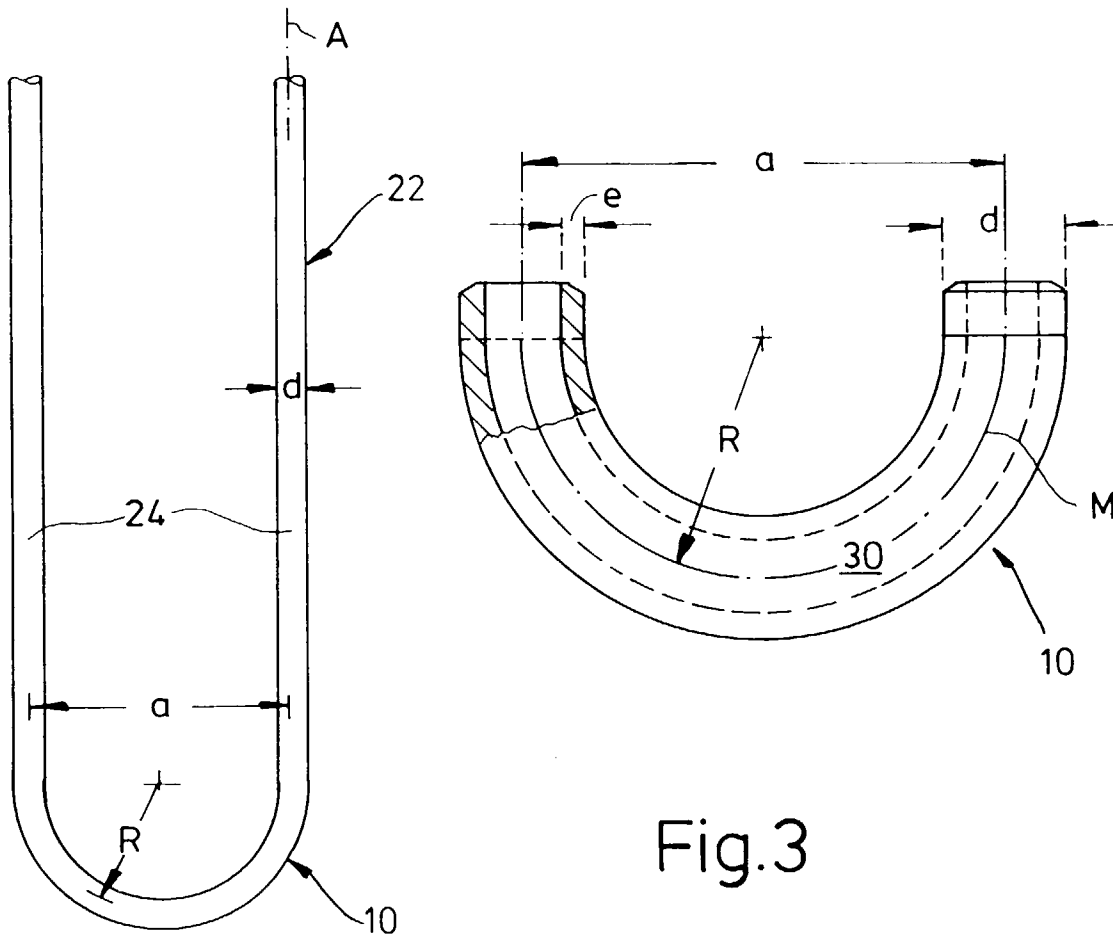


Fig.3

Fig.2

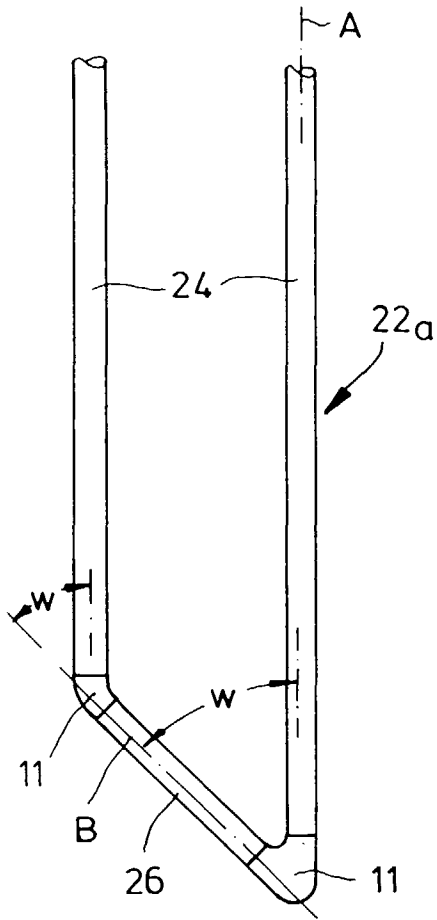


Fig. 4

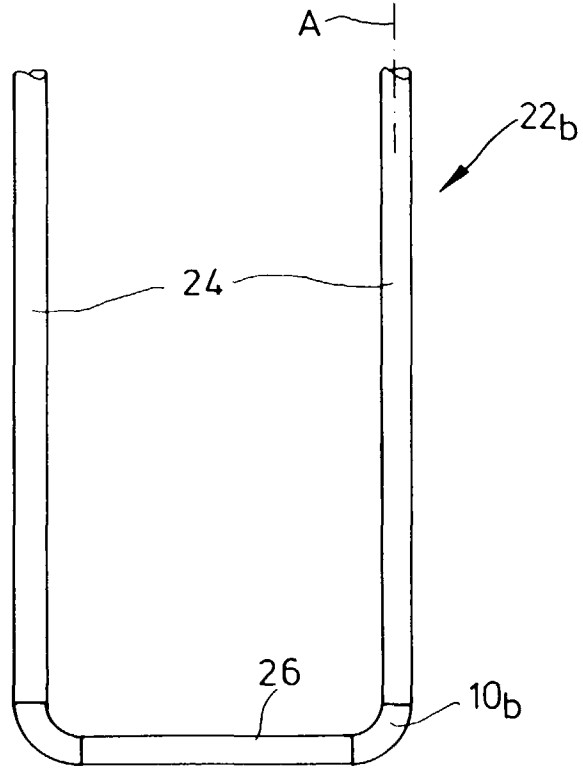


Fig. 5

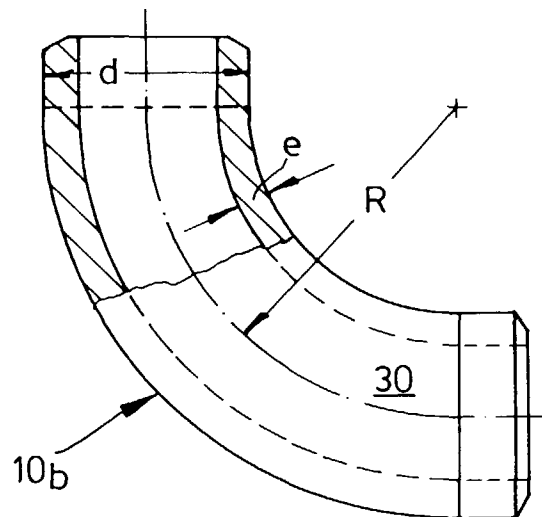


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 6336

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 8451 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M13, AN 84-315516 XP002056514 & JP 59 197 706 A (SUMITOMO METAL IND LTD) , 9.November 1984 * Zusammenfassung *	1, 15	C23C4/18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 199 (C-359), 11.Juli 1986 & JP 61 041756 A (FUJIKI KOSAN KK), 28.Februar 1986, * Zusammenfassung *	1-15	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 459 (C-0767), 4.Oktober 1990 & JP 02 185961 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD;OTHERS: 01), 20.Juli 1990, * Zusammenfassung *	1-15	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 705 (M-1534), 22.Dezember 1993 & JP 05 245543 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 24.September 1993, * Zusammenfassung *	1-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) C23C F22B
A	MATTHES K -J ET AL: "FLAMMSPRITZEN MIT NACHFOLGENDEM EINSCHMELZEN EINER NICRBSI-LEGIERUNG AUF VERGUTETEN STAHLN" SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN, Bd. 48, Nr. 2, 1.Februar 1996, Seite 116, 118, 121/122, 124/125 XP000554889 * das ganze Dokument *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20.Februar 1998	Prüfer Flink, E
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)