

(19)



(11)

EP 1 997 569 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.11.2009 Patentblatt 2009/48

(51) Int Cl.:
B21C 37/15 (2006.01) **B21J 5/08** (2006.01)
B21K 1/12 (2006.01) **B21K 21/12** (2006.01)
B21D 53/90 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08008346.2**

(22) Anmeldetag: **02.05.2008**

(54) Verfahren zur Bearbeitung der Enden von Rohren

Method for processing the ends of pipes

Procédé de traitement des extrémités de tuyaux

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **22.05.2007 DE 102007023173**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(73) Patentinhaber: **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33102 Paderborn (DE)

(72) Erfinder: **Keil, Waleri**
33104 Paderborn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 252 946 DE-C1- 19 941 993
FR-A- 2 579 490 US-A- 3 453 720

EP 1 997 569 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung der Enden eines längsnahtgeschweißten Rohres aus Stahl mit einer dreidimensionalen Kontur der Enden in mehreren Schnittebenen mit den Verfahrensschritten Platine schneiden, Rohrprofil formen, längsnahtschweißen oder Endlosrohr aus einem Band formen, längsnahtschweißen und ablängen,

[0002] Die Herstellung von längsnahtgeschweißten Rohren gehört zum Stand der Technik. So wird in der DD 276 043 A1 aufgezeigt, wie dünnwandige Rohre aus ebenen Blechzuschnitten mit möglichst geringer Abweichung des Querschnitts von der Kreisform hergestellt werden. Es gehört ebenfalls zum allgemeinen Stand der Technik längsnahtgeschweißte Rohre im Endlosverfahren herzustellen und dann Fixlängen von dem Endlosrohr abzulängen. So offenbart beispielsweise die DE 9116427 U1 ein geschweißtes Hohlprofil aus einem einzigen rollgeformten Metallband, wobei der Hohlkörper durch Hochfrequenzschweißen zueinander gerichteter Verbindungsråder geschlossen ist.

[0003] Vielfach ist es notwendig, Rohrkörper mit Anschlussbauteilen zu verbinden. Zum Beispiel besteht der Querträger einer Verbundlenkerachse, das sogenannte Torsionsprofil häufig aus einem umgeformten Rohr, welches an den Rohrenden mit jeweils einem Längslenker verbunden werden muss. Beispielhaft zeigt die DE 102 07 151 C1 eine Verbundlenkerachse, umfassend zwei aus je einer Unterschale und einer Oberschale zusammengesetzte Längslenker sowie einen mit den Längslenkern verbundenen Querträger. Ein wesentliches Merkmal dieser Verbundlenkerachse ist die Gestaltung der Übergangsbereiche von dem Querträger auf die Längslenker. Dazu weist der Querträger endseitig Hohlstützen mit ovalen Querschnitten auf. Diese Hohlstützen können zusammen mit dem restlichen Längenbereich des Querträgers in einem einmaligen Pressenzug mechanisch umgeformt sein. Als Ausgangsgegenstand wird ein Rohr eingesetzt. Dabei ist es von Vorteil, dass die Stirnflächen der Hohlstützen in einer einfachen geraden Sägeoperation beschnitten werden können. In der DE 102 07 151 befindet sich das ovale Rohrende des Querträgers daher innerhalb nur einer Schnittebene. Anders offenbart es die DE 297 20 207 U1. Bei der dort beschriebenen Verbundlenkerachse besitzen die Enden des Torsionsprofils eine auf die Kontur der rohrförmigen Längslenker angepasste Konfiguration und laufen mit ihren hier liegenden endseitigen Scheitelbereichen auf der Oberseite der Längslenker aus. Folglich befindet sich die dreidimensionale Kontur der Enden des Torsionsprofils in mehreren Schnittebenen.

[0004] Darüber hinaus werden meist aus Gründen des Leichtbaus vielfach gehärtete Stähle eingesetzt. So offenbart die DE 199 41 993 C1 die Herstellung eines biegesteifen, torsionsweichen Rohrprofils als Querträger für eine Verbundlenkerhinterachse eines Personenkraftwagens aus einem Vergütungsstahl, welches unter Sicher-

stellung torsionssteifer Endabschnitte zunächst im mittleren Längenabschnitt durch eine U-förmige Kaltverformung torsionsweich gestaltet worden ist. Anschließend wird das derart gestaltete Rohrprofil in den Übergangsabschnitten bei einem Temperaturniveau von etwa 940° C gegläht. Dann wird es mit einer oberhalb des AC3-Punktes liegenden Temperatur in Wasser gehärtet und anschließend mit einer Temperatur von etwa 280° C über einen Zeitraum von ca. 20 Minuten angelassen.

[0005] Wird an den Rohrenden eine dreidimensionale Anschlusskontur in mehreren Schnittebenen wie in der DE 297 20 207 U1 offenbart benötigt, wird diese üblicherweise mit Hilfe eines mechanischen Beschnittwerkzeugs eingebracht. Bei gehärteten Stählen stößt der mechanische Beschnitt jedoch an seine Grenzen. Teilweise ist das zu beschneidende Material härter als die Beschnittwerkzeuge. Außerdem ist der mechanische Beschnitt kostenintensiv, da für dieses Verfahren aufwändiges und teures Werkzeug notwendig ist. Er lohnt sich daher erst ab einer gewissen Stückzahl. Der mechanische Beschnitt ist auch nur bedingt präzise, so dass die Kontur oftmals nachgearbeitet werden muss, was ebenfalls kostenintensiv und überdies auch langwierig ist. Auch ist das Einrichten des Werkzeugs für die jeweiligen Anforderungen an die Endkontur relativ aufwändig.

[0006] Gehärtete hochfeste Stähle werden aufgrund ihrer Festigkeitswerte oft mit Laser-oder Plasmaschneidverfahren beschnitten. Beim Plasmaschneiden schwankt die Qualität des Beschnitts und ist insgesamt eher schlecht, der Schneidprozess bedarf deshalb aufwändiger Qualitätskontrollen und produziert relativ viel Ausschuss. Laserschneiden verursacht noch höhere Unterhalts- und Betriebskosten als Plasmaschneiden. Beiden Trennverfahren ist gemeinsam, dass sie zu Spritzern und festhaftendem Abbrand auf dem Rohrprofil führen können.

[0007] Die DE 196 04 368 C2 zeigt ein Verfahren zur Herstellung eines Rohres mit einem gegenüber einem mittleren Rohrdurchmesser erweiterten Durchmesser am Rohrende auf. Erfindungsgemäß wird zunächst eine Platine bereitgestellt, welche über einen rechteckigen Basisbereich verfügt, an den mindestens ein demgegenüber konfiguratv abweichender Gestaltungsabschnitt einstückig angegliedert ist. Die Platine ist die längengetreue Abwicklung der äußeren Umfangsfläche des herzustellenden Rohrs einschließlich etwaiger über den Umfang des Rohrs als Laschen oder ähnlichem abstehenden Flächen. Im nächsten Schritt wird die Platine zu einem hohlzylindrischen Körper geformt. Dabei erfolgt eine rohrförmige Umformung des Basisbereichs und des Gestaltungsabschnitts in einem Gesenk in mehreren Teilschritten. Die Längskanten des Basisbereichs liegen dann exakt aneinander an, während die Platine im Umformabschnitt aufgewickelt ist mit teilweise überlappenden Bereichen. Hieran schließt sich die Endformgebung des Gestaltungsabschnitts an, beispielsweise ein Aufweiten über einen von innen angreifenden Dorn. Soll eine vom Umfang des Rohres abstehende Lasche gebildet

werden, braucht der Gestaltungsabschnitt lediglich in die entsprechende Stellung gerichtet werden.

[0008] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Endenbearbeitung eines längsnahtgeschweißten Rohres mit einer dreidimensionalen Kontur der Enden aufzuzeigen, das gegenüber den bekannten Fertigungsverfahren maßgenauer und einfacher ist.

[0009] Diese Aufgabe löst die Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Demnach wird erfindungsgemäß entweder die dreidimensionale Kontur der Enden mit Aufmass bereits in den abgewinkelten Platinenschnitt eingebracht oder die dreidimensionale Kontur der Enden wird mit Aufmass über ein mechanisches Beschnittwerkzeug in das längsnahtgeschweißte Rohr eingebracht. Für die Endenbearbeitung werden die Enden des Rohres erwärmt und mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur gestaucht. Vorteil dieses Verfahrens ist die maßgetreue Reproduzierbarkeit der Rohrenden. Der Beschnitt der Enden in der Platine mit Aufmaß oder der Beschnitt am längsnahtgeschweißten Rohr mit Aufmaß kann zunächst mit einer gewissen Toleranz erfolgen, weil das Ende des Rohres maßgetreu durch das Stauchen wird. Daher können auch qualitativ geringwertigere Beschnittverfahren eingesetzt werden. Außerdem liegen die Beschnittzeitpunkte vor einem eventuellen Härteprozess, so dass auf ein Laser- oder Plasmaschneiden von gehärtetem Stahl verzichtet werden kann. Durch den Wegfall des Plasma- und Laserschneidens werden Spritzer auf dem Rohrprofil und Abbrand vermieden. Das Erwärmen der Rohrenden ist notwendig, damit die Umformkräfte beim Stauchen geringer ausfallen und das Material besser fließt. Für die Endenerwärmung bietet sich insbesondere eine induktive Erwärmung an. Mittels eines Induktors kann das Rohrende gezielt erwärmt werden, ohne unnötige Energie in andere Bereiche des Rohres einzubringen. Eine bevorzugte Variante eröffnet sich, wenn das Rohr aus einer härtbaren Stahlsorte besteht und ohnehin gehärtet werden soll. In diesem Fall muss das gesamte Rohr auf eine Temperatur über den AC_3 -Punkt der Legierung erwärmt werden, wird eventuell im warmen Zustand zusätzlich noch umgeformt und in ein Umform- und/ oder Härtewerkzeug eingelegt. In der Regel erfolgt eine solche einheitliche Erwärmung des Rohres in einem Durchlaufofen. Es kann aber auch jedes andere gewünschte Erwärmungsverfahren wie induktives oder konduktives Erwärmen eingesetzt werden. Da dabei auch die Rohrenden erwärmt werden, bietet es sich an, das Stauchen der Rohrenden in dem Umform- und/ oder Härtewerkzeug vorzunehmen. Vorteil ist, dass die Erwärmung auf eine Temperatur über den AC_3 -Punkt der Legierung zugleich zum Stauchen der Rohrenden genutzt werden kann. Eine zusätzliche Nacherwärmung der Rohrenden ist unnötig. Außerdem wird das Rohr im Härtewerkzeug einschließlich der maßgetreuen Enden einheitlich gehärtet.

[0010] Falls die Integration des Stauchvorgangs in den Umform- und/ oder Härteprozess in einem bestimmten

Anforderungsfall zu aufwändig ist, werden die Rohrenden nach dem Umform- und/ oder Härteprozess partiell nacherwärmt. Durch den erheblichen Wärmeeintrag, der nötig ist, um die Umformkräfte gering zu halten, werden die durch die Härtung eingestellten Festigkeitswerte am Rohrende aufgehoben. Speziell im Anwendungsfall Verbundlenkerachse, bei dem das zwischen den Längslenkern befindliche Torsionsprofil gehärtet worden ist, ist eine Festigkeitsreduzierung an den Rohrenden jedoch unschädlich. Zum einen werden die erhöhten Festigkeitswerte mehr in der Mitte des Torsionsprofils benötigt als an den Enden. Zum anderen wird durch den Stauchvorgang an den Enden das Material aufgedickt und dadurch in der Wandstärke erhöht. Dies gleicht den Festigkeitsverlust zumindest teilweise wieder aus. Ohnehin wird das Torsionsprofil in der Regel schweißtechnisch mit den Längslenkern verbunden, so dass sowieso ein erhöhter Wärmeeintrag an den Rohrenden stattfindet. Von daher ist die Materialaufdickung durch das Stauchen in jedem Fall vorteilhaft. Die mehr oder weniger stark umgeformten Enden des Torsionsprofils werden stirnseitig am Außenumfang der Längslenker festgelegt. Da die Längslenker ebenfalls aus Rohren oder aus dreidimensional geformten Pressschalen bestehen, müssen die Stirnseiten des Torsionsprofils diese dreidimensionale Geometrie abbilden. Die Stirnseiten des Torsionsprofils werden daher entsprechend mit Aufmaß in der Platine oder insbesondere dann, wenn als Ausgangsmaterial ein von einem Endlosrohr abgelängtes Rohr eingesetzt wurde, nach dem Längsnahtschweißen, aber vor einem Härteprozess beschnitten und entweder in Verbindung mit einem Härteprozess oder aber nach einer partiellen Erwärmung der Stirnseiten über einen Formdorn maßgetreu auf Länge und Kontur gestaucht.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren führt zu geringeren Investkosten als das mechanischen Beschnittverfahren oder ein Plasma- oder Laserschneiden am gehärteten Rohr. Auch die laufenden Kosten sind geringer, weil die aufwändigen und kostenintensiven Qualitätskontrollen und der Ausschuss nach dem bisherigen Endenbeschnitt reduziert werden. Die wohl lohnendste Variante liegt in der Kurzrohrfertigung, also in der Fertigung eines lasergeschweißten Rohres aus einer Platine, wobei bereits beim Platinenschnitt die Endenkantur mit wenigen mm Aufmaß, beispielsweise 1 bis 2 mm, jeweils stirnseitig ausgestanzt wird, weil die Kurzrohrfertigung am nächsten an der Endkontur ist und ein zusätzliches Beschneiden des bereits längsnahtgeschweißten Rohres wegfällt. Insbesondere wenn das Rohr im weiteren Herstellungsverfahren gehärtet wird, kann über den Stauchvorgang im erwärmten Zustand eine maßgetreue Endengeometrie des Rohres sichergestellt werden, die ein problemloses Verbinden mit einem Anschlussbauteil garantiert.

[0012] Nachfolgend ist die Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels Kurzrohrfertigung mit Hilfe der Figuren näher beschrieben.

Figur 1 zeigt schematisch die Herstellung eines Rohrprofils (2) aus einer Platine (1) nach dem Stand der Technik.

Figur 2 zeigt Teilschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0013] Figur 1 zeigt beispielhaft und schematisch einen aus dem Stand der Technik bekannten Prozess zur Herstellung eines längsnahtgeschweißten Rohres aus einer Platine. Aus einer rechteckig geschnittenen Platine (1) wird ein Rohr (2) geformt und mittels einer Schweißnaht (3) entlang der Stoßkante (3) zu einem Rohrprofil (2) geschlossen. Das Rohr (2) weist danach eine zylindrische Form auf. Die Enden (4) sind gerade geschnitten und liegen jeweils innerhalb nur einer Schnittebene.

[0014] Figur 2 zeigt beispielhaft und schematisch Teilschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens. Demnach wird bereits in die Platine (10) an den Stirnseiten (5) ein Beschnitt (6) eingebracht. Dadurch entsteht nach dem Einrollen ein Rohrprofil (20) mit entsprechend geformten dreidimensionalen Konturen (7) in mehreren Schnittebenen im Bereich der Rohrenden (7). Die Rohrenden (7) sind bereits nach dem Längsnahtschweißen der Stoßkante (3) mit einem Aufmaß endkonturnah vorge-schnitten. Erfindungsgemäß werden die Rohrenden (7) in einem weiteren nicht dargestellten Teilschritt später nur noch erwärmt und mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur gestaucht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung der Enden (7) eines längsnahtgeschweißten Rohres (20) aus Stahl mit einer dreidimensionalen Kontur (7) der Enden (7) in mehreren Schnittebenen mit den Verfahrensschritten

- Platine (10) schneiden, Rohrprofil (20) formen, längsnahtschweißen oder
- Endlosrohr aus einem Band formen, längsnahtschweißen, ablängen,

gekennzeichnet durch,

die weiteren Verfahrensschritte

- Einbringen der dreidimensionalen Kontur (7) der Enden (7) mit Aufmass bereits in den abgewickelten Platinenschnitt (6) oder Einbringen der dreidimensionalen Kontur (7) der Enden (7) mit Aufmass über ein mechanisches Beschnittwerkzeug in das längsnahtgeschweißte Rohr (2),
- Erwärmen der Enden (7) des Rohres (20) und
- Stauchen der Enden (7) mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

gekennzeichnet durch,

- induktives Erwärmen der Enden (7) des Rohres (20).

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

gekennzeichnet durch,

- Erwärmen des gesamten Rohres (20) aus einer härtbaren Stahllegierung auf eine Temperatur über den AC₃- Punkt der Legierung und
- Stauchen der Enden (7) des Rohres (20) mittels eines Formdorns maßgetreu auf Länge und Kontur in einem Umform- und/ oder Härte-werkzeug und
- Härten des Rohrprofils (20) in dem Werkzeug.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass es sich bei dem Profil (20) um ein Torsionsprofil für eine Verbundlenkerachse eines Kraftfahrzeugs handelt mit dem zusätzlichen Verfahrensschritt

- Umformen des Rohres zu einem Torsionsprofil vor oder zeitgleich mit dem Stauchen der erwärmten Enden des Rohres auf Länge und Kontur.

Claims

1. Procedure for processing the ends (7) of a seam welded steel pipe (20) with a three-dimensional contour (7) of the ends (7) in several sectional planes with the procedural steps of

- cutting metal blank (10), forming pipe profile (20) seam welding or
- forming continuous pipe from band, seam welding, cutting,

characterised by

the further procedural steps of

- introducing the three-dimensional contour (7) of the ends (7) with measurement into the unwound metal blank cut (6) already or
- introducing the three-dimensional contour (7) of the ends (7) with measurement through a mechanical trimming tool into the seam welded pipe (2)
- heating the ends (7) of the pipe (20) and
- upsetting the ends (7) with a forming mandrel to the exact length and contour measurements.

2. Procedure according to claim 1,

characterised by

- inductive heating of the ends (7) of the pipe (20).

3. Procedure according to one of the previous claims,
characterised by

- heating of the complete pipe (20) made of a temperable steel alloy to a temperature above the alloy's AC₃ point and
- upsetting the ends (7) of the pipe (20) with a forming mandible to the exact measurements of the correct length and contour in a forming and / or tempering tool and
- tempering of the pipe profile (20) in the tool.

4. Procedure according to one of the preceding claims,
characterised by,
the profile (20) being the torsion profile for an auto-
mobile's torsion beam axle with the additional pro-
cedural step of

- Forming the pipe into a torsion profile before or concurrently with upsetting the heated ends of the pipe for length and contour.

Revendications

1. Procédé d'usinage des extrémités (7) d'un tube (20)
en acier soudé en long avec un contour tridimen-
sionnel (7) des extrémités (7) dans plusieurs plans
de coupe, comprenant les étapes

- découpage de la tôle (10), façonnage du profil de tube (20), soudure longitudinale ou
- façonnage d'un tube sans fin à partir d'une bande, soudure longitudinale, coupure à la longueur souhaitée,

caractérise par

les étapes suivantes du procédé :

- réalisation du contour tridimensionnel (7) des extrémités (7) avec surépaisseur dans le développement de la découpe de tôle (6) ou
- réalisation du contour tridimensionnel (7) des extrémités (7) avec surépaisseur sur le tube soudé en longueur (2) au moyen d'une cisaille,
- chauffage des extrémités (7) du tube (20) et
- refoulement des extrémités (7) à la longueur et au contour définis au moyen d'un mandrin de façonnage.

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérise par

- le chauffage inductif des extrémités (7) du tube (20).

3. Procédé selon l'une des revendications précéden-
tes,
caractérise par

- le chauffage du tube (20) entier en alliage d'acier trempant à une température supérieure au point AC₃ de l'alliage et
- le refoulement des extrémités (7) du tube (20) à la longueur et au contour définis au moyen d'un mandrin de façonnage, dans un outil à déformer et/ou un outil à tremper, et
- le durcissement du profil de tube (20) dans l'outil.

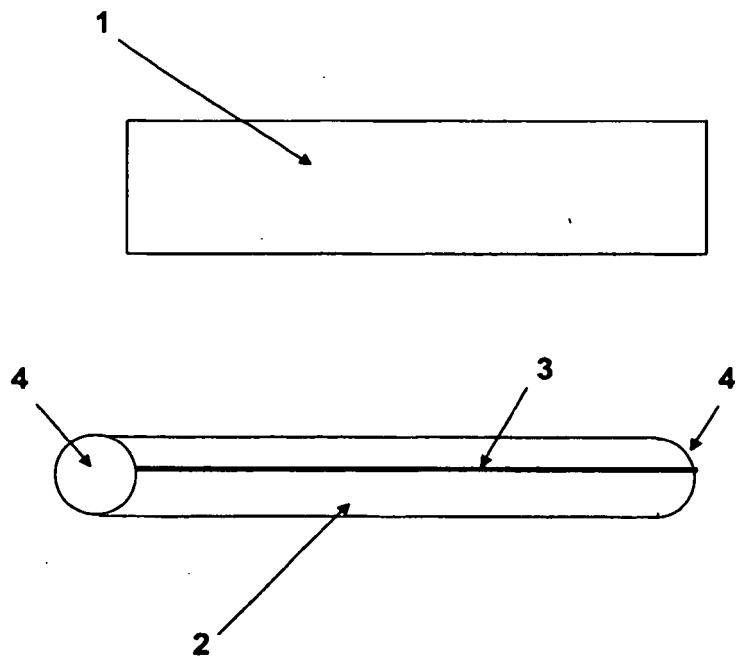
4. Procédé selon l'une des revendications précéden-
tes,

caractérisé en ce que

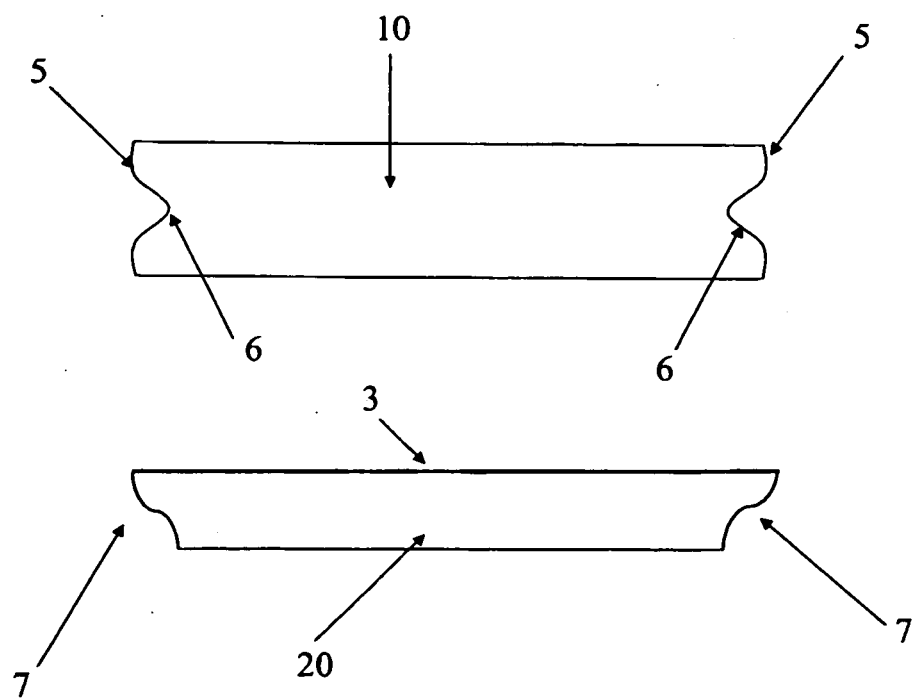
le profil (20) est un profil de torsion destiné à un es-
sieu multibras d'un véhicule à moteur, avec l'étape
supplémentaire suivante :

- transformation du tube en profil de torsion avant ou pendant le refoulement des extrémités chauffées du tube à la longueur et au contour définis.

Figur 1



Figur 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DD 276043 A1 [0002]
- DE 9116427 U1 [0002]
- DE 10207151 C1 [0003]
- DE 10207151 [0003]
- DE 29720207 U1 [0003] [0005]
- DE 19941993 C1 [0004]
- DE 19604368 C2 [0007]