

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 633 078 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94110048.9**

51 Int. Cl.⁸: **B21H 5/02, C21D 8/10,
C21D 1/22**

22 Anmeldetag: **29.06.94**

30 Priorität: **10.07.93 DE 4323167**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.01.95 Patentblatt 95/02

84 Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI NL PT
SE**

71 Anmelder: **Leifeld GmbH & Co.
Beckumer Strasse 92-98
D-59207 Ahlen (DE)**
Anmelder: **METALL-SPEZIALROHR GmbH
Hagener Strasse 400
D-58239 Schwerte (DE)**

72 Erfinder: **Wenzel, Helmut
Von-Vincke-Strasse 11a
D-59269 Beckum (DE)**
Erfinder: **Rolf, Bernhard
Eichenweg 72
D-33428 Harsewinkel (DE)**
Erfinder: **Jelenak, Heiner
Im Zuckerort 8
D-59227 Ahlen (DE)**

74 Vertreter: **Schulze Horn, Stefan, Dipl.-Ing.
M.Sc. et al
Goldstrasse 50
D-48147 Münster (DE)**

54 **Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus Stahl mit einer Innen- und/oder Aussenprofilierung.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus Stahl mit einer Innen- oder Außenprofilierung durch Drückwalzen, insbesondere zur Herstellung eines Zahnkranzes, aus einem hohlzylindrischen oder topfförmigen Rohling, wobei das Drückwalzen mit einem Austenitformhärten kombiniert erfolgt.

EP 0 633 078 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus Stahl mit einer Innen- und/oder Außenprofilierung.

Die DE 37 11 927 C1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von an ihrem Außenumfang in vorwiegend axialer Richtung profilierten, insbesondere gezahnten metallischen Hohlkörpern aus rotations-symmetrisch vorgeformten Hohlkörpern, wobei die Profilierung nach Zustellen wenigstens einer Profilrolle mittels dieser durch Drücken erzeugt wird und wobei schrittweise in radialer Richtung umgeformt wird.

Weiterhin ist aus der DD 232 210 A1 ein Verfahren zur Profilerzeugung durch Abstreckdrücken bekannt, insbesondere zur Herstellung rotations-symmetrischer Hohlkörper mit und ohne Boden sowie Innen- bzw. Außenlängsprofilen, wobei die Umformung in mehreren Umformstufen erfolgt und wobei die mindestens zwei aufeinanderfolgenden Umformstufen jeweils nach einem Wechsel der Drehrichtung mindestens eines der treibenden Werkzeugelemente, z.B. Drückrolle oder Drückdorn, durchgeführt werden.

Schließlich beschreibt die DE-OS 22 25 390 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung definierter Wanddickenänderungen eines rotations-symmetrischen Hohlkörpers. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist eine Fließdrückmaschine mit einem rotierenden, das Werkstück aufnehmenden Dorn und mit einem hierzu radial zustellbaren Drückwerkzeug, wobei zwischen Dorn und Drückwerkzeug eine gegenüber der Dornrotation abgestimmte Relativbewegung in Richtung der Dornachse stattfindet und wobei der Drückdorn die Negativformen der auf der inneren Oberfläche des Werkstückes einzuarbeitenden Wanddickenänderungen in Form von örtlich ausgebildeten Verstärkungen oder Nuten aufweist.

Allen vorgenannten bekannten Drückverfahren ist der Nachteil gemeinsam, daß nur Produkte von normaler Festigkeit unmittelbar hergestellt werden können. Bei besonderen Härte- und Festigkeitsanforderungen an die Produkte ist ein nachfolgendes Härten erforderlich, was einen zusätzlichen Herstellungsaufwand mit sich bringt und die Herstellungskosten erhöht. Außerdem wird die Maß- und Formgenauigkeit des Produktes durch das Härten ungünstig beeinflusst, was bei hohen Maß- und Formgenauigkeitsanforderungen eine Nachbearbeitung erfordert.

Außerdem sind spanende Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art allgemein bekannt. Insbesondere sind hier Fräsen, z.B. Abrollfräsen, und Schleifen zu nennen. Allen diesen Verfahren haftet der Nachteil an, daß sie einen hohen Arbeits- und Zeitaufwand bei ihrer Ausführung erfordern, was zu hohen Herstellungskosten der damit hergestellten

Produkte führt. Nachteilig ist weiterhin, daß die Festigkeit und Härte der so hergestellten Produkte begrenzt ist. Werden besondere Festigkeitsanforderungen, z.B. bei Zahnkränzen oder Zahnrädern, gestellt, dann ist ein zusätzliches Härten des Produktes nötig, was einen weiteren Arbeitsschritt erfordert und zusätzliche Herstellungskosten verursacht. Zudem wird durch das Härten die Maß- und Formgenauigkeit negativ beeinflusst, was oft eine Nachbearbeitung, z.B. ein Nachschleifen, erfordert, um die gewünschte Maßgenauigkeit zu erhalten.

Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das schnell und kostengünstig arbeitet und das gleichzeitig Produkte mit großer Maß- und Formgenauigkeit sowie hoher Härte und Festigkeit liefert.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt erfindungsgemäß durch ein Verfahren der im Patentanspruch 1 genannten Art, nämlich dadurch, daß die Verfahrenstechniken des Drückwalzens und des Austenitformhärtens in Kombination angewandt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil einer exakten Ausbildung der Profilierung bei sehr kurzen Bearbeitungszeiten. Die dabei erzielbaren Oberflächenhärten sind gleich oder sogar höher als die, die durch Härten erreichbar sind. Ist die Profilierung eine Verzahnung, dann wird zudem vorteilhaft eine höhere Festigkeit der Zahnkerne erzielt, als sie bei einem Einsatzstahl möglich ist. Dabei bleibt eine ausreichende Zähigkeit in jedem Fall erhalten. Ein nachgeschalteter Härteprozeß mit dem Risiko von Verminderungen der Maß- und Formgenauigkeit erübrigt sich damit, selbst bei höchsten Anforderungen an die Festigkeit des Produktes. Die hohe Qualität des Produktes wird schon mit relativ preiswerten Stählen als Material für den im Verfahren einzusetzenden Rohling erreicht, so daß auch von der Materialseite Kosteneinsparungen möglich sind. Weitere Kosteneinsparungen sind häufig möglich durch kleinere Dimensionierung der Produkte bei unverminderter Belastbarkeit und Haltbarkeit. Die hierbei gleichzeitig erzielbaren Gewichtseinsparungen sind insbesondere für die Kraftfahrzeug- und Luftfahrttechnik von Bedeutung.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, daß der Rohling aus einem austenitformhärten Stahl mit einem ausreichenden Gehalt an Kohlenstoff und Sonderkarbidbildnern besteht und in inerter Atmosphäre auf Austenitisierungstemperatur erwärmt und anschließend in den Bereich des metastabilen Austenits unterhalb der Rekristallisations- und oberhalb der Martensitbildungstemperatur abgekühlt wird, daß in diesem Temperaturbereich des metastabilen Austenits das Drückwalzen der Profilierung erfolgt, daß im Anschluß an das Drückwalzen der profilierte Hohlkörper schnell auf eine

Temperatur unterhalb der Martensitbildungstemperatur abgekühlt wird und daß nach beendeter Martensitumwandlung der profilierte Hohlkörper zur Ausscheidung von Sonderkarbiden bei Temperaturen von 450 bis 600 °C angelassen und nach beendeter Anlaßbehandlung auf Raumtemperatur abgekühlt wird. Der Temperaturbereich des metastabilen Austenits liegt bei geeigneten Stählen beispielsweise bei etwa 500 °C. Bei dieser Temperatur besitzt der Stahl ein besseres Fließverhalten als im kalten Zustand, so daß mit geringerer Kraft eine verbesserte Profilausbildung, insbesondere eine exaktere Zahnkopfausbildung an dem Werkstück durch vereinfachte und verbesserte vollständige Ausfüllung der Negativformen an dem Werkzeug ermöglicht werden. Das Abkühlen auf Raumtemperatur kann an der Luft erfolgen, gegebenenfalls an bewegter Luft, die die zu kühlenden verzahnten Hohlkörper gleichmäßig bestreicht.

Ein in dem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhaft einsetzbarer Rohling besteht beispielsweise aus einem Stahl, der mindestens 0,2 - 0,6 Gew.-% Kohlenstoff und mindestens 3 Gew.-% der Elemente Chrom, Molybdän und Vanadium einzeln oder zu mehreren enthält. Ein Vertreter dieser Gruppe ist z.B. der Werkstoff 1.2344 = X 51 CrMo V 5 1 mit Gehalten von 0,5 % Kohlenstoff, 5 % Chrom, 1 % Molybdän und 0,5 % Vanadium.

Weiter wird vorgeschlagen, daß die Werkzeuge für die Anformung der Profilierung vor dem Umformvorgang vorgewärmt werden. Hierdurch wird eine unerwünschte Abkühlung des zu profilierenden Hohlkörpers zu Beginn des Umformvorganges beim Drückwalzen vermieden.

Schießlich besteht eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens darin, daß die Temperatur des Hohlkörpers während des Drückwalzens ständig gemessen, mit einer vorgegebenen Solltemperatur verglichen und das Ergebnis des Vergleiches zur Regelung der Drückwalzgeschwindigkeit hinzugezogen wird. Auf diese Art und Weise kann die Temperatur des Hohlkörpers während des Drückwalzens ohne weitere Kühl- oder Heizeinrichtungen im gewünschten Temperaturbereich, insbesondere im Temperaturbereich des metastabilen Austenits, gehalten werden, wobei eine Erhöhung der Drückwalzgeschwindigkeit eine erhöhte Energiezufuhr und damit eine Temperaturerhöhung und eine Verringerung der Drückwalzgeschwindigkeit eine verminderte Energiezufuhr und damit Temperaturabsenkung des Hohlkörpers bewirkt. Während des Umformvorganges gleichen sich also die durch das Drückwalzen in den Hohlkörper eingebrachte Umformenergie und die Energieabstrahlung und -ableitung aus dem Hohlkörper unter Aufrechterhaltung des gewünschten Temperaturniveaus zuverlässig aus.

Drückmaschinen zur Durchführung des eigentlichen Drückwalzvorganges sind bekannt und brauchen daher nicht näher beschrieben zu werden. Sie können mit einer oder mehreren Umformrollen ausgerüstet werden.

Ein zur Erhitzung der Rohlinge aus einem austenitformhärtem Stahl auf Austenitisierungstemperatur verwendbarer Ofen ist vorteilhaft ein Schachtofen mit Schutzgas-Atmosphäre, z.B. Stickstoff, bei welchem für jeden entnommenen erhitzten Rohling ein noch nicht erhitzter Rohling eingegeben wird.

Die Haltezeit auf Austenitisierungstemperatur und die Austenitisierungstemperatur selbst ist vom verwendeten Stahltyp abhängig und beträgt ca. 20 bis 60 Minuten bei 900 bis 1050 °C.

Die Abkühlung von Austenitisierungstemperatur zur Umformtemperatur des metastabilen Austenits erfolgt bevorzugt unter inerter Atmosphäre.

Nach der Umformung erfolgt die Abkühlung an ruhender oder bewegter Luft; dabei erfolgt die Umwandlung in das martensitische Gefüge. Die sich daran anschließende Anlaßbehandlung bei Temperaturen zwischen 400 bis 600 °C erfolgt bevorzugt in einem Luftumwälzofen mit Haltezeiten zwischen einer und sechs Stunden; die sich daran anschließende Abkühlung von Anlaßtemperatur auf Raumtemperatur wird an ruhender Luft durchgeführt.

Als Beispiel für die auf die beschriebene Weise herzustellenden Teile seien folgende Abmessungen genannt:

Innenverzahnung: Innendurchmesser 10 bis 500 mm, Länge falls erforderlich bis 1500 mm, Zahnhöhe 1 bis 20 mm, Zahnbreite 1 bis 50 mm.

Es ist möglich, sowohl gerad- als auch schrägverzahnte Teile mit oder ohne Boden herzustellen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus Stahl mit einer Innen- und/oder Außenprofilierung durch Drückwalzen, insbesondere zur Herstellung eines Zahnkranzes, aus einem hohlzylindrischen oder topfförmigen Rohling, wobei das Drückwalzen mit einem Austenitformhärten kombiniert erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - daß der Rohling aus einem austenitformhärtem Stahl mit einem ausreichenden Gehalt an Kohlenstoff und Sonderkarbidbildnern besteht und in inerter Atmosphäre auf Austenitisierungstemperatur erwärmt und anschließend in den Bereich des metastabilen Austenits unterhalb der Rekristallisations- und oberhalb der Martensitbildungstemperatur abge-

kühlt wird,

- daß in diesem Temperaturbereich des metastabilen Austenits das Drückwalzen der Profilierung erfolgt,
- daß im Anschluß an das Drückwalzen der profilierte Hohlkörper schnell auf eine Temperatur unterhalb der Martensitbildungstemperatur abgekühlt wird und
- daß nach beendeter Martensitumwandlung der profilierte Hohlkörper zur Ausscheidung von Sonderkarbiden bei Temperaturen von 400 bis 600 °C angelassen und nach beendeter Anlaßbehandlung auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

5

10

15

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohling aus einem Stahl besteht, der mindestens 0,2 Gew.-% Kohlenstoff und mindestens 3 Gew.-% der Sonderkarbide bildenden Elemente Chrom, Molybdän und Vanadium einzeln oder zu mehreren enthält.

20

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeuge für die Anformung der Profilierung vor dem Umformvorgang vorgewärmt werden.

25

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Hohlkörpers während des Drückwalzens ständig gemessen, mit einer vorgegebenen Solltemperatur verglichen und das Ergebnis des Vergleiches zur Regelung der Drückwalzgeschwindigkeit hinzugezogen wird.

30

35

40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 0048

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-4 373 973 (CELLITTI ET AL) * Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 48 * * Spalte 2, Zeile 41 - Zeile 50 * * Zusammenfassung; Anspruch 1 * ---	1-3	B21H5/02 C21D8/10 C21D1/22
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 426 (C-1094) 9. August 1993 & JP-A-05 093 225 (NISSAN) 16. April 1993 * Zusammenfassung * ---	1	
A	GB-A-965 192 (LA TECHNIQUE INTEGRALE SA) * Ansprüche * ---	1-3	
A	DATABASE WPI Week 8508, Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 85-046537 & JP-A-60 003 935 (FUJI) 10. Januar 1985 * Zusammenfassung * & PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 117 (M-381) 22. Mai 1985 * Zusammenfassung * ---	1,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
D,A	DE-C-37 11 927 (LEIFELD & CO) * Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 18; Abbildung 1 * ---	1,5	B21H C21D
A	US-A-4 637 844 (PFAFFMANN) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	21. Oktober 1994	Plastiras, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)