

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 702 695 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

20.09.2006 Patentblatt 2006/38

(51) Int Cl.:

B21D 41/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 06005275.0

(22) Anmeldetag: 15.03.2006

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: 16.03.2005 DE 102005012475

(71) Anmelder: IFUTEC Ingenieurbüro für
Umformtechnik GmbH
76307 Karlsbad (DE)(72) Erfinder: Rauschnabel, Eberhard, Dr.-Ing.
76307 Karlsbad (DE)(74) Vertreter: Kreiser, André Manfred
Kappelbergstrasse 95
D-70327 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung eines Übergangs an einem Hohlformteil

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Hohlformteils (1), bei dem in einem Umformbereich (U) mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang (W) derart geformt wird, dass an dem Hohlformteil ein erster Abschnitt (1a) mit einer größeren Quererstreckung sowie ein zweiter Abschnitt (1b) mit einer kleineren Quererstreckung gebildet sind.

Bei den erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dass in einem ersten Verfahrensschritt an dem Hohlformteil (1) in dem Umformbereich (U) mittels einer plastischen Materialumformung eine Wandverdickung (V) erzeugt wird. In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird in dem Umformbereich mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang (W) geformt, wobei der umformbereich wenigstens teilweise zwischen dem ersten Abschnitt (1a) und dem zweiten Abschnitt (1b) liegt und den Übergang wenigstens abschnittsweise umfasst.

Anwendung beispielsweise zur Herstellung von Getriebe- oder Antriebswellen.

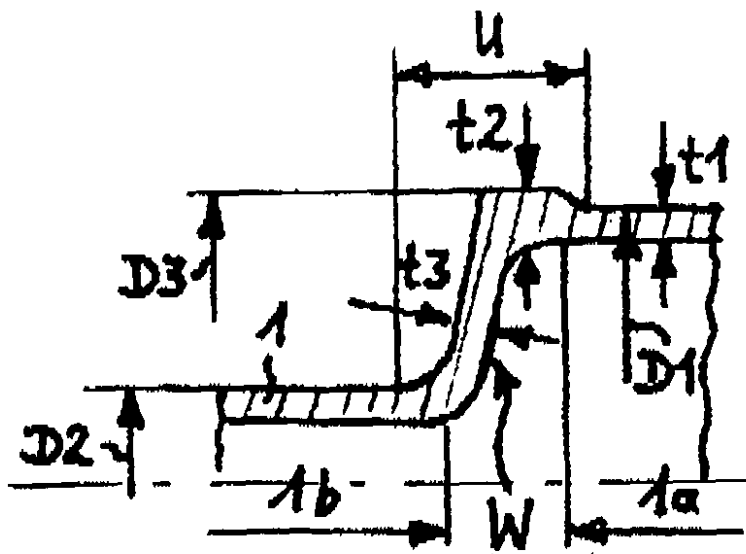


Fig. 8

EP 1 702 695 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Hohlformteils, bei dem in einem Umformbereich mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang derart geformt wird, dass an dem Hohlformteil ein erster Abschnitt mit einer größeren Quererstreckung, insbesondere einem größeren Durchmesser, sowie ein zweiter Abschnitt mit einer kleineren Quererstreckung, insbesondere einem kleineren Durchmesser, gebildet sind.

[0002] Dabei besteht die Aufgabe, eine sich nach einer plastischen Umformung eines Hohlformteils ergebende Wandstärkenreduzierung im Bereich eines erzeugten Übergangs zu vermeiden bzw. mit möglichst einfachen Mitteln präventiv zu beseitigen.

[0003] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mittels eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei wird in einem ersten verfahrensschritt an dem Hohlformteil in einem Umformbereich mittels einer plastischen Materialumformung, insbesondere durch ein Warm- und/oder Halbwarmumformverfahren eine Wandverdickung erzeugt. In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird in dem Umformbereich mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang von einem ersten Abschnitt mit einer größeren Quererstreckung zu einem zweiten Abschnitt mit einer kleineren Quererstreckung geformt, wobei der Umformbereich wenigstens teilweise zwischen dem ersten Abschnitt und dem zweiten Abschnitt liegt und den Übergang insbesondere vollständig umfasst. Mit anderen Worten gesagt, ist der Übergang innerhalb des umformbereiches positioniert, der die Wandverdickung beinhaltet, so dass der plastischen Materialumformung zur Erzeugung des Übergangs mehr Material zur Verfügung steht. Damit können schlussendlich beim Fertigteil größere Wandstärken im Übergangsbereich und/oder steilere Übergänge und/oder höhere (Dauer-)Festigkeiten erreicht werden.

[0004] In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens überlappt sich der Umformbereich in axialer Richtung mit dem ersten Abschnitt und/oder mit dem zweiten Abschnitt. Dadurch sind dem ersten und/oder dem zweiten Abschnitt jeweils in der Nähe des Übergangs größere Wandstärken zur Verfügung gestellt, die für nachfolgende ggf. materialumformende Bearbeitungsschritte zur Verfügung stehen. Optional ergibt sich eine weiter erhöhte Festigkeit in der Nähe des Übergangs, die auch abrupte und/oder sprunghafte bzw. diskontinuierliche Querschnittsänderungen bei dennoch ausreichender Stabilität ermöglicht. Bei einer breiteren Überlappung von Umformbereich und erstem bzw. zweitem Abschnitt lassen sich beispielsweise durch spanende Materialumformung in dem Überlappungsbereich weitere Formelemente (Verzahnungen, Nute oder dergleichen) herstellen.

[0005] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der zweite Abschnitt in axialer Richtung endseitig an dem Hohlformteil angeordnet, und der Umformbereich umfasst den zweiten Abschnitt vollständig. Also umfasst der Umformbereich sowohl den zweiten Abschnitt als auch den Übergangsbereich; bevorzugt überlappt der Umformbereich auch mit dem ersten Abschnitt, so dass eine längenmäßig exakte Ausgestaltung des Umformbereichs weniger bedeutungsvoll ist.

[0006] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in dem ersten Verfahrensschritt an dem Hohlformteil innerhalb des Umformbereichs ein Abschnitt mit einer kleineren Wandstärke und ein Abschnitt mit einer größeren Wandstärke geformt. Bevorzugt weist der Umformbereich eine sich kontinuierlich ändernde Wandstärke auf, die ggf. an den nachfolgend zu bildenden Übergang angepasst ist.

[0007] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine Wandstärke im Umformbereich nach dem ersten Verfahrensschritt größer ausgebildet als eine Ausgangswandstärke des Hohlformteils, wobei die Wandstärke des Übergangs nach dem zweiten Verfahrensschritt wenigstens abschnittsweise in etwa gleich der einen Ausgangswandstärke des Hohlformteils bemessen ist. Die Ausgangswandstärke des Hohlformteils stellt bevorzugt die kleinste Wandstärke des Fertigteils dar, so dass im Hinblick auf eine ausreichende (Dauer-)Festigkeit die Wandstärke des Übergangs entsprechend bemessen sein soll. Dies wird durch eine Verdickung im ersten Verfahrensschritt mit nachfolgender Wandstärkenreduzierung im zweiten Verfahrensschritt erreicht.

[0008] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Wandstärke des Übergangs nach dem zweiten Verfahrensschritt abschnittsweise in etwa gleich der einen Ausgangswandstärke des Hohlformteils und abschnittsweise größer als die eine Ausgangswandstärke des Hohlformteils bemessen. Durch eine abschnittsweise vergrößerte Wandstärke im Bereich des Übergangs lassen sich gezielt Anformungen und/oder Versteifungen und/oder Verstärkungen vorsehen.

[0009] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Hohlformteil als rotationssymmetrisches Rohr mit einer näherungsweise konstanten Ausgangswandstärke gewählt, wobei in dem ersten Verfahrensschritt im Umformbereich eine sich nach außen und/oder nach innen erstreckende, umlaufende Wandverdickung erzeugt wird. Auf diese Weise lassen sich dynamisch hoch belastbare Wellen mit einem Übergang auf besonders einfache und kostengünstige Weise herstellen.

[0010] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Hohlformteil als rotationssymmetrisches Rohr mit einem näherungsweise konstanten Ausgangsdurchmesser gewählt, wobei in dem ersten Verfahrensschritt im Umformbereich eine umlaufende Wandverdickung mit einem Durchmesser erzeugt wird, der größer ist als der Ausgangsdurchmesser. Im zweiten Verfahrensschritt lässt sich nachfolgend der Ausgangsdurchmesser wieder herstel-

len.

[0011] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Durchmesser des Übergangs nach dem zweiten Verfahrensschritt abschnittsweise größer als der Ausgangsdurchmesser des Hohlformteils bemessen. Auf diese Weise lässt sich zusätzlich ein ringförmiger Wulst an der Außenseite des Rohres herstellen, der für nachfolgende

[0012] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein Innendurchmesser des Übergangs nach dem zweiten Verfahrensschritt abschnittsweise kleiner als ein anfänglicher Innendurchmesser des Hohlformteils bemessen. Mittels eines Dorns lässt sich im Rahmen einer nachfolgenden plastischen Umformung der anfängliche Innendurchmesser wieder herstellen.

[0013] Weitere Merkmale und Merkmalskombinationen ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung, in der konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen dargestellt sind. Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind hierbei mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0014] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Hohlformteils 1. Das Hohlformteil 1 ist als kreiszylindrisches Rohrelement bevorzugt aus einer Aluminium oder Stahllegierung mit einem Außendurchmesser D1 und einer Wandstärke t1 ausgeführt.

[0015] Mit Hilfe eines an sich bekannten Kalt-, Halbwarm- oder Warmfließpressverfahrens wird in einem ersten erfindungsgemäßen Verfahrensschritt an dem Hohlformteil 1 in einem Umformbereich U eine Wandverdickung V erzeugt (Fig. 1). Drei zusammenwirkende Matrizen M1, M2 und M3 sowie zwei Dorne M4 und M5 sind zur plastischen Umformung des Hohlformteils 1 vorgesehen. Dabei wird das Hohlformteil insbesondere in Längsrichtung gestaucht, so dass sich mit Hilfe von Querfließvorgängen die Wandverdickung V mit einer sowohl nach außen als auch nach innen vergrößerten Wandung des Hohlformteils 1 ergibt. Die Matrizen und Dorne sind entsprechend dimensioniert und konfiguriert. Insbesondere kann die zur Abstützung der Wandverdickung V vorgesehene Matrice M2 nachgiebig und/oder in radialer Richtung beweglich gestaltet sein. Optional kann die Matrice M2 auch entfallen.

[0016] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird in dem Umformbereich U mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang W derart geformt, dass an dem Hohlformteil 1 ein erster Abschnitt 1a mit einem größeren Durchmesser D1 sowie ein zweiter Abschnitt 1b mit einem kleineren Durchmesser D2 gebildet sind. Dabei entspricht der größere Durchmesser D1 des ersten Abschnitts in etwa dem Ausgangsdurchmesser des Hohlformteils 1. Auch entspricht die Wandstärke des ersten Abschnitts der Ausgangswandstärke t1. Die plastische Umformung (Einziehen) wird in an sich bekannter Weise mit Hilfe so genannter Ziehmatrizen durchgeführt. Alternativ oder zusätzlich können Verfahren wie Rundkneten, Schlagwalzen, Rollieren, Taumeln usw. zur Anwendung gelangen.

[0017] Der Übergang W ist beispielhaft als kegelförmiger Abschnitt zwischen dem ersten Abschnitt 1a und dem zweiten Abschnitt 1b ausgeführt, wobei ein Kegelwinkel zwischen 30° und 85° sowie eine Wandstärke t2, die größer ist als die Ausgangswandstärke t1, vorgesehen. Dies wird dadurch erreicht, dass der Übergang W im Wesentlichen innerhalb des zuvor gebildeten Umformbereichs U angeordnet wird, wobei der Umformbereich also ebenfalls wenigstens teilweise zwischen dem ersten Abschnitt 1a und dem zweiten Abschnitt 1b zu liegen kommt. Bevorzugterweise überlappt der Umformbereich U in axialer Richtung sowohl den ersten Abschnitt 1a als auch den zweiten Abschnitt 1b, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Entsprechend ergeben sich in den Überlappungsbereichen gegenüber den Wandstärken t1 und t2 deutlich vergrößerte Wandstärken, die insbesondere einen gegenüber dem Ausgangsdurchmesser D1 vergrößerten Überlappungsdurchmesser D3 ergeben.

[0018] Ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist anhand der Fig. 3 und 4 dargestellt und prinzipiell entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel durchgeführt. In einem ersten Verfahrensschritt wird ein Hohlformteil 1, welches als Rohrelement mit einem Außendurchmesser D1 und einer Wandstärke t1 ausgeführt ist, durch Querfließpressen in einem Umformbereich U mit einer nach innen gerichteten Wandverdickung V versehen. Entsprechend konfigurierte Matrizen bewirken durch Stauchen eine plastische Umformung des Materials des Ausgangsformteils in der Weise, dass an dem Hohlformteil 1 innerhalb des Umformbereichs U ein Abschnitt U1 mit einer kleineren Wandstärke und ein Abschnitt U2 mit einer größeren Wandstärke geformt werden. Besonders bevorzugt wird in dem Umformbereich U ein nach innen gerichteter, umlaufender Wulst mit einer sich kontinuierlich ändernden Wandstärke gebildet. Das Querschnittsprofil weist gemäß Fig. 3 eine in etwa dreieckige Kontur auf.

[0019] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird in dem Umformbereich U mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang W derart geformt, dass an dem Hohlformteil 1 ein erster Abschnitt 1a mit einem größeren Durchmesser D1 sowie ein zweiter Abschnitt 1b mit einem kleineren Durchmesser D2 gebildet sind. Dabei entspricht der größere Durchmesser D1 des ersten Abschnitts in etwa dem Ausgangsdurchmesser des Hohlformteils 1. Auch entspricht die Wandstärke des ersten Abschnitts der Ausgangswandstärke t1 ebenso wie die Wandstärke t3 des Übergangs W. Der Übergang W ist beispielhaft als kegelförmiger Abschnitt zwischen dem ersten Abschnitt 1a und dem zweiten Abschnitt 1b ausgeführt. Dabei ist der Übergang W in etwa so positioniert, dass der nach dem ersten Verfahrensschritt vorliegende Abschnitt U2 mit der größten Wandstärke in etwa mittig im Übergang W liegt. Auf die beschriebene Weise lässt sich ein besonders steiler Übergang W mit einer Wandstärke realisieren, die bevorzugt wenig größer oder gleich der Wandstärken des ersten und des zweiten Abschnitts ist.

[0020] Ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist anhand der Fig. 5 und 6 dargestellt und prinzipiell entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel durchzuführen. In einem ersten Verfahrensschritt wird ein Hohlformteil 1, welches als Rohrelement mit einem Außendurchmesser D1 und einer Wandstärke t1 ausgeführt ist, durch Querfließpressen in einem Umformbereich U mit einer nach innen und nach außen gerichteten Wandverdickung V versehen. Die Wandverdickung V ist hierbei mit in etwa konstanter Wandstärke an einem Ende des Hohlformteils 1 gebildet.

[0021] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird in dem Umformbereich U mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang W derart geformt, dass an dem Hohlformteil 1 ein erster Abschnitt 1a mit einem größeren Durchmesser D1 sowie ein zweiter, endseitiger Abschnitt 1b mit einem kleineren Durchmesser D2 gebildet sind. Dabei sind der zweite Abschnitt 1b sowie der Übergang W vollständig innerhalb des Umformbereichs U positioniert. Durch das Einziehen des Übergangs wird die Wandstärke t2 im Bereich des Übergangs W zumindest abschnittsweise reduziert, jedoch ist die Wandstärke t2 noch größer als die Ausgangswandstärke t1 ausgeführt. Die nach dem zweiten Verfahrensschritt erreichte Wandstärke t im Umformbereich U bleibt u. U. abschnittsweise im zweiten Abschnitt 1b erhalten oder ist sogar noch vergrößert. Jedoch kann die Wandstärke im zweiten Abschnitt 1b in einem nachfolgenden Verfahrensschritt durch Abstrecken über einen Dorn weiter reduziert werden. Optional kann in dem zweiten Abschnitt analog zum Übergang W gleichsinnig (durch weiteres Einziehen) oder gegensinnig (durch Aufweiten) eine weitere Schulter hergestellt werden.

[0022] Ein viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist anhand der Fig. 7 und 8 dargestellt und prinzipiell entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel durchzuführen. In einem ersten Verfahrensschritt wird ein Hohlformteil 1, welches als Rohrelement mit einem Außendurchmesser D1 und einer Wandstärke t1 ausgeführt ist, durch Querfließpressen in einem Umformbereich U mit einer im wesentlichen nach außen gerichteten Wandverdickung V versehen. Die Wandverdickung V ist hierbei mit in etwa konstanter Wandstärke t oder auch mit sich kontinuierlich ändernder Wandstärke ausgeführt. Es wird bevorzugt ein gegenüber dem Ausgangsdurchmesser D1 deutlich vergrößerter Durchmesser D3 erzeugt.

[0023] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird in dem Umformbereich U mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang W derart geformt, dass an dem Hohlformteil 1 ein erster Abschnitt 1a mit einem größeren Durchmesser D1 sowie ein zweiter, endseitiger Abschnitt 1b mit einem kleineren Durchmesser D2 gebildet sind. Dabei bleiben in einem an den ersten Abschnitt 1a angrenzenden Bereich des Übergangs W der vergrößerte Durchmesser D3 sowie eine gegenüber der Ausgangswandstärke t1 vergrößerte Wandstärke t2 näherungsweise erhalten. Des Weiteren wird in einem mittleren Bereich des Übergangs W eine Wandstärke t3 erzielt, die sich als in etwa gleich der Ausgangswandstärke t1 bemisst und gleitend in den zweiten Abschnitt 1b übergeht. Im Bereich des vergrößerten Durchmessers D3 lässt sich in einem nachfolgenden Bearbeitungsschritt bevorzugt eine außenseitige Kontur an dem Hohlformteil 1 herstellen. Insbesondere lassen sich zerspanend Nuten, Kerben oder Zähne erzeugen.

[0024] Ein fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist anhand der Fig. 9 und 10 dargestellt und prinzipiell entsprechend den vorherigen Ausführungsbeispielen durchgeführt. In einem ersten Verfahrensschritt wird ein Hohlformteil 1, welches als Rohrelement mit einem Außendurchmesser D1 und einer Wandstärke t1 ausgeführt ist, zunächst in einem Umformbereich U zumindest abschnittsweise erwärmt und durch Anstauchen bzw. Querfließpressen mit einer nach innen gerichteten Wandverdickung V1 sowie mit einer nach außen gerichteten Wandverdickung V2 versehen. Hierzu ist eine entsprechend konfigurierte Matrize M3 vorgesehen, die im Zusammenspiel mit einem Dorn M1, M2 die genannte plastische Umformung des Materials des Ausgangsformteils in einem Arbeitsschritt bewirkt. Insbesondere werden an dem Hohlformteil 1 innerhalb des Umformbereichs U ein erster Abschnitt U1 sowie ein zweiter Abschnitt U2 jeweils mit einer größeren Wandstärke geformt, wobei der Wandstärkenzuwachs in den Abschnitten U1, U2 aus einer Längenreduzierung derselben Bereiche, aber auch der benachbarten Bereiche entnommen ist. Besonders bevorzugt sind in dem Umformbereich U mehrere konisch verlaufende Übergänge zwischen den Abschnitten U1, U2 gebildet. In einem modifizierten Verfahrensschritt werden die Abschnitte U1, U2 in mehreren gesonderten Kalt-, Warm- oder Halbwarm-Umformschritten erformt.

[0025] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt werden in den Umformbereichen U1, U2 mittels einer oder mehrerer plastischer Materialumformungsvorgänge Übergänge W1, W2 derart geformt, dass an dem Hohlformteil 1 ein erster Abschnitt 1a mit einem größeren Durchmesser D2, ein zweiter Abschnitt 1b mit einem mittleren Durchmesser D1 sowie ein dritter Abschnitt mit einem kleineren Durchmesser D3 gebildet sind. Dabei entspricht der mittlere Durchmesser D1 des zweiten Abschnitts 1b bevorzugt in etwa dem Ausgangsdurchmesser des Hohlformteils 1. Auch entspricht die Wandstärke des zweiten Abschnitts 1b der Ausgangswandstärke t1. Die wandstärke t2 des zweiten Übergangs W2 ist größer ausgestaltet als die Ausgangswandstärke t1. Die plastische Umformung wird in an sich bekannter Weise beispielsweise mit Hilfe an sich bekannter Ziehmatrizen durchgeführt. Alternativ oder zusätzlich können Verfahren wie Rundkneten, Schlagwalzen, Rollieren, Taumeln und dergleichen zur Anwendung gelangen. Anstelle von runden oder ringförmigen Querschnittsgeometrien sind abschnittsweise auch unrunde Querschnitte vorsehbar; in diesem Fall sind anstelle der Durchmesser D1, D2, D3 entsprechende maximale Quererstreckungen vorsehbar.

[0026] Der erste Übergang W1 ist beispielhaft als kegeliger Abschnitt zwischen dem ersten Abschnitt 1a und dem

zweiten Abschnitt 1b ausgeführt, wobei innenseitig (und/oder in modifizierter Weise außenseitig) an dem Hohlformteil eine ringförmige Verdickung N vorgesehen sein kann. Dabei ist der erste Übergang W1 in etwa in demselben axialen Bereich positioniert, in dem im ersten Verfahrensschritt der Umformabschnitt U1 mit der nach innen gerichteten Verdickung V1 vorgesehen ist. Auf die beschriebene Weise lässt sich ein besonders steiler Übergang W1 mit einer Wandstärke realisieren, die bevorzugt um 30% bis 100%, ggf. sogar 200% größer ist als die Wandstärke t1 des zweiten Abschnitts 1b.

[0027] Der zweite Übergang W2 ist wiederum beispielhaft als kegeliger Abschnitt zwischen dem dritten Abschnitt 1c und dem zweiten Abschnitt 1b ausgeführt, wobei der zweite Übergang W2 in axialer Richtung näherungsweise vollständig im Bereich des zweiten Umformabschnitts U2 mit dessen nach außen gerichteter Wandverdickung V2 positioniert ist oder den zweiten Umformabschnitt U2 in axialer Richtung zumindest überlappt. Im letztgenannten Fall ist durch die im ersten Verfahrensschritt geformte Verdickung V2 zumindest für einen Teil der Wandstärke des zweiten Übergangs W2 benötigte Materialmenge zur Verfügung gestellt, so dass sich eine ausreichende Wandstärke t2 im Bereich des zweiten Übergangs W2 ergibt, die zwischen 0% und 40% größer sein kann als die Ausgangswandstärke t1 sofern wenigstens 75% des zweiten Übergangs W2 in axialer Richtung im Bereich des zweiten Umformabschnitts U2 angeordnet sind.

[0028] Den beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrensvarianten ist gemeinsam, dass jeweils ein Hohlformteil erzeugt wird, welches im Bereich einer Steilschulter eine besonders hohe statische und dynamische Festigkeit aufweist. Dies ergibt sich zum einen aus der nahtlosen Herstellung, die erfindungsgemäß mit einer an die zu erwartenden Belastungen anpassbaren Wandstärke kombiniert ist. Zum anderen lassen sich in Umfangsrichtung besonders stabile Ringstrukturen erreichen. Insbesondere wird jeweils eine sich über das gesamte Bauteil erstreckende Wandstärke erzielt, die größer oder mindestens gleich der Ausgangswandstärke des Hohlformteils bzw. größer oder gleich den Wandstärken der den Übergang einschließenden Abschnitte ausgeführt ist. Sämtliche Merkmale der Ausführungsbeispiele lassen sich nahezu beliebig miteinander kombinieren, insbesondere lassen sich an einem Hohlformteil mehrere Übergänge mit der gleichen oder unterschiedlicher Geometrie herstellen.

[0029] Bevorzugt lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hochbelastete Wellen, beispielsweise Getriebe- und Antriebswellen kostengünstig herstellen. Weiter bevorzugt lassen sich Maschinenelemente (z.B. Zahnräder oder dergleichen) im Bereich des ersten Abschnitts oder im Bereich des zweiten Abschnitts benachbart zum Übergang auf das Hohlformteil aufschumpfen und/oder anderweitig fixieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen eines Hohlformteils, bei dem

- in einem ersten Verfahrensschritt an dem Hohlformteil (1) in einem Umformbereich (U) mittels einer plastischen Materialumformung, insbesondere durch ein Warm- und/oder Halbwarmumformverfahren eine Wandverdickung (V) erzeugt wird,
- in einem nachfolgenden Verfahrensschritt in dem Umformbereich mittels einer plastischen Materialumformung ein Übergang (W) derart geformt wird, dass
- an dem Hohlformteil ein erster Abschnitt (1a) mit einer größeren Quererstreckung, insbesondere einem größeren Durchmesser (D1), sowie ein zweiter Abschnitt (1b) mit einer kleineren Quererstreckung, insbesondere einem kleineren Durchmesser (D2), gebildet sind, wobei
- der Umformbereich (U) wenigstens teilweise zwischen dem ersten Abschnitt (1a) und dem zweiten Abschnitt (1b) liegt und den Übergang (W) wenigstens abschnittsweise umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

sich der Umformbereich (U) in axialer Richtung mit dem ersten Abschnitt (1a) und/oder mit dem zweiten Abschnitt (1b) überlappt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

der zweite Abschnitt (1b) in axialer Richtung endseitig an dem Hohlformteil (1) angeordnet ist und dass der Umformbereich (U) den zweiten Abschnitt (1b) vollständig umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

in dem ersten Verfahrensschritt an dem Hohlformteil (1) innerhalb des Umformbereichs (U) ein Abschnitt (U1) mit einer kleineren Wandstärke und ein Abschnitt (U2) mit einer größeren Wandstärke geformt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Wandstärke im Umformbereich (U) nach dem ersten Verfahrensschritt größer ist als eine Ausgangswandstärke (t1) des Hohlformteils, wobei die Wandstärke (t3) des Übergangs (W) nach dem zweiten Verfahrensschritt wenigstens abschnittsweise in etwa gleich der einen Ausgangswandstärke (t1) des Hohlformteils (1) bemessen ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Wandstärke des Übergangs (W) nach dem zweiten Verfahrensschritt abschnittsweise in etwa gleich der einen Ausgangswandstärke (t1) des Hohlformteils (1) und abschnittsweise größer als die eine Ausgangswandstärke (t1) des Hohlformteils (1) bemessen ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Hohlformteil (1) als rotationssymmetrisches Rohr mit einer näherungsweise konstanten Ausgangswandstärke (t1) gewählt ist, wobei in dem ersten Verfahrensschritt im umformbereich eine sich nach außen und/oder nach innen erstreckende, umlaufende Wandverdickung (V) erzeugt wird.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Hohlformteil (1) als rotationssymmetrisches Rohr mit einem näherungsweise konstanten Ausgangsdurchmesser (D1) gewählt ist, wobei in dem ersten Verfahrensschritt im Umformbereich (U) eine umlaufende Wandverdickung mit einem Durchmesser (D3) erzeugt wird, der größer ist als der Ausgangsdurchmesser (D1).

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Durchmesser des Übergangs nach dem zweiten Verfahrensschritt abschnittsweise größer als der Ausgangsdurchmesser des Hohlformteils bemessen ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Innendurchmesser des Übergangs nach dem zweiten Verfahrensschritt abschnittsweise kleiner als ein anfänglicher Innendurchmesser des Hohlformteils bemessen ist.

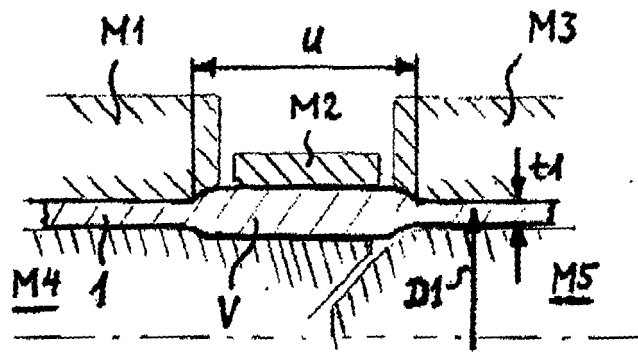


Fig. 1

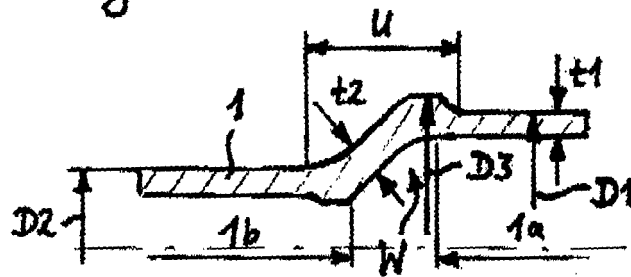


Fig. 2

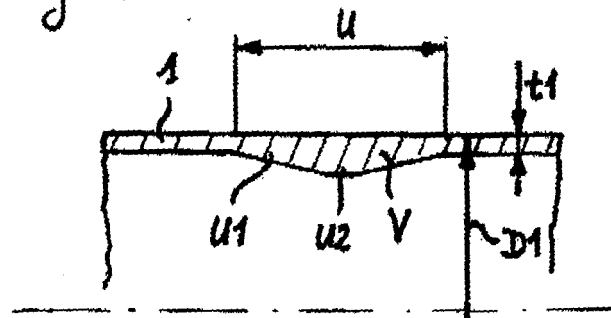


Fig. 3

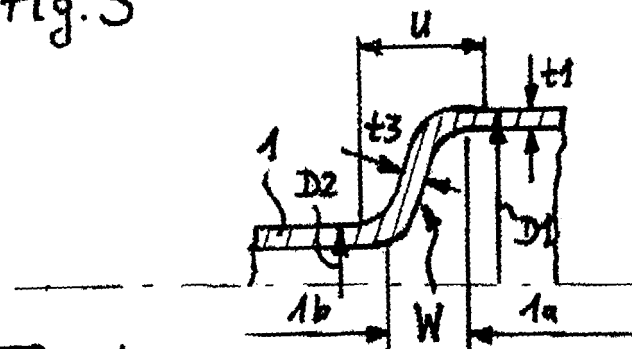


Fig. 4

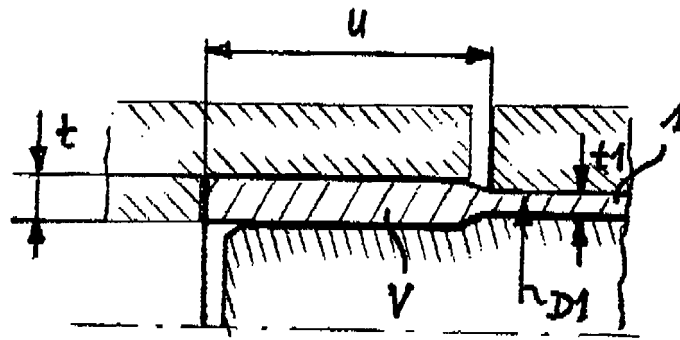


Fig. 5

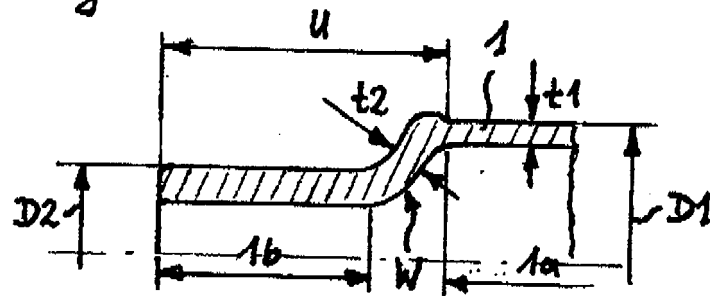


Fig. 6

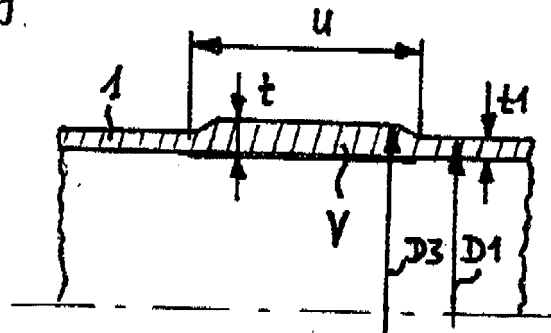


Fig. 7

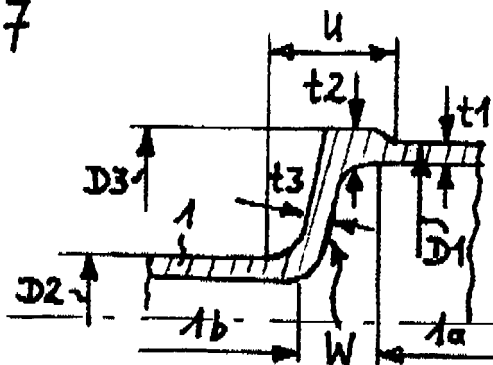


Fig. 8

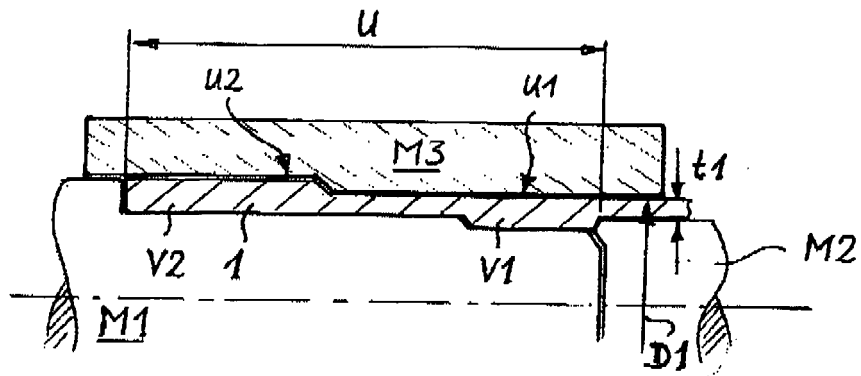


Fig. 9

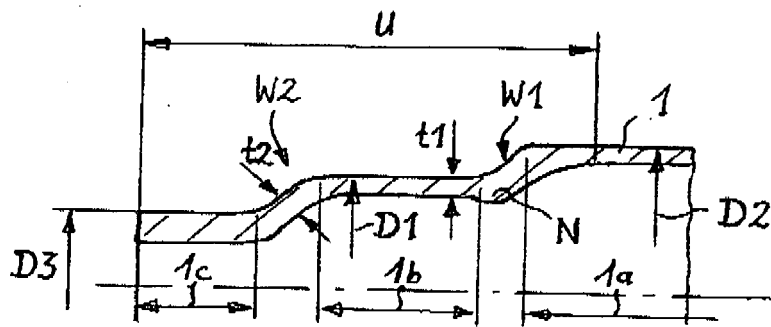


Fig. 10