

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 216 769 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.10.2005 Patentblatt 2005/41

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **01129173.9**

(22) Anmeldetag: **08.12.2001**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines umfänglich geschlossenen Hohlprofiles und eine Vorrichtung zur Durchführung desselben**

Method and apparatus for making a closed hollow section

Pocédé et dispositif de fabrication d' un profilé creux fermé

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB

(30) Priorität: **23.12.2000 DE 10065033**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.06.2002 Patentblatt 2002/26

(73) Patentinhaber: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Dudziak, Kai-Uwe**
21435 Stelle (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 497 438 DE-C- 10 121 787
US-A- 4 840 053 US-A- 6 143 235

EP 1 216 769 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines umfänglich geschlossenen Hohlprofiles gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung desselben gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 9.

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gattungsgemäße Vorrichtung ist aus der EP 0913 277 A1 bekannt. Aus dieser ist ein Querlenker einer Radaufhängung entnehmbar, der aus einem Rohr mittels Innenhochdruckumformen gefertigt ist. Der Querlenker weist verschiedene Querschnittsformen auf, wobei eine ein abgeflachtes Rechteck darstellt. Zur Ausbildung dieser Form wird das kreiszylindrische vorgebogene Rohr in ein zweigeteiltes Innenhochdruckumformwerkzeug eingelegt und beim Schließvorgang von den zwei Gesenkteilen zusammengequetscht. Anschließend wird bei geschlossenem Werkzeug das Rohr mittels Innenhochdruck aufgeweitet, bis es an der Gesenkgravur konturgetreu anliegen und somit die gewünschte rechteckige flache Endform erhalten soll. Bei derartigen faltenbedingenden Quetschungen in Verbindung mit volumenvergrößernden Aufweitungen mittels Innenhochdruck kommt es jedoch häufig zu einem Versagen des Materials, was zu einem wesentlichen Teil an der nach dem Quetschvorgang erreichten Kaltverfestigung des Materials liegt bzw. an den zu großen partiellen Materialabstreckungen in den noch nicht anliegenden Bereichen entsteht. Das Versagen des Materials äußert sich dabei durch Reißen oder Bruch des Rohres bzw. des Hohlprofiles. Die allgemein bekannten Gegenhalter können zur Behebung dieses Mangels dabei nicht eingesetzt werden, da zum einen die massiven Gegenhalter beim Quetschen des Rohres nicht entsprechend schmaler werden können. Zum anderen ist die Kontur der Abstützfläche des Stempels unveränderlich, so daß die Anlage des Rohres - sei es während des Quetschvorganges oder sei es während der Aufweitphase - zu keiner Zeit gleichverteilt ist, was zu ungleichmäßiger Abstützung des Rohres führt und daher zum Versagen des Rohres an dieser abgestützten Stelle bzw. in den angrenzenden Bereichen zum Gegenhalter beiträgt.

[0003] Auch eine reine querschnittsformbeibehaltende Aufweitung eines Rohres kreisförmigen Querschnittes mit großen Aufweitgraden verläuft abstützungsfrei nicht prozeßsicher, da die Aufweitgeschwindigkeit zunimmt und das Rohrmaterial mit Erreichen seiner Bruchdehnung versagen würde. Um dem entgegenzuwirken, werden die bekannten massiven Gegenhalter verwendet, mittels derer eine kontrollierte Aufweitung zwar möglich ist, der aber auch Grenzen gesetzt sind, da das Rohrmaterial sich selbstverständlich an den Gegenhalter anlegt und dort eine nicht vernachlässigbare Reibung erfährt, die aufweitungshinderlich ist. Außerdem ist eine allseitige Abstützung durch die bekannten Gegenhalter während des gesamten Aufweitprozesses praktisch unmöglich, so daß es wie oben erwähnt zum

Versagen des Rohrmaterials in den angrenzenden Bereichen zum jeweiligen Gegenhalter führt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren und eine entsprechende gattungsgemäße Vorrichtung dahingehend weiterzubilden, daß in einfacher Weise eine Herstellung eines Hohlprofiles ermöglicht wird, bei der auch bei großen Aufweitungen des Hohlprofiles (größer oder gleich der Bruchdehnung des Materials) die Prozeßsicherheit in ausreichendem Maße gewährleistet ist.

[0005] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 hinsichtlich des Verfahrens und durch die Merkmale des Patentanspruches 9 hinsichtlich der Vorrichtung gelöst.

[0006] Dank der Erfindung wird durch die Membran ein flexibler Gegenhalter ausgebildet, der sich jedweder Form des Hohlprofilrohrlings während der aufweitenden Umformung und auch bei anderen Umformprozessen konturgetreu und großflächig über einen relativ großen Teilumfangsbereich des Hohlprofilrohrlinges anpassen kann. Die durch die externe Druckbeaufschlagung erzielte konturanpassende Ausdehnung und Stützkraft der Membran kann durch die einfach handzuhabenden Steuerungsparameter des Druckes sehr genau an den Umformfortschritt angemessen werden. Insgesamt, also durch die großflächige Anlage - bei der Verwendung mehrerer in Umfangsrichtung verteilter Membrane umfänglich vollständiger Anlage - während jeder Umformphase und durch die genaue Stützkraftdosierung erhält der umzuformende Hohlprofilrohrling stets die geeignete gleichmäßige Stützkraft, die ein Versagen des Rohrlingsmaterials während der Aufweitung verhindert. Dadurch ist die Prozeßsicherheit des Umformprozesses auch bei sehr großen Aufweitungen gewährleistet. Mit großer Aufweitung soll hier gemeint sein: größer oder gleich der Bruchdehnung des Materials. Eine hochdruckfeste Membran ist einfach auszubilden und zu befestigen und stellt insgesamt nur einen sehr geringen apparativen Aufwand dar. Des weiteren sind bestehende Umformwerkzeuge ohne weiteres mit der Membran nachzurüsten. Aufgrund der Elastizität der Membran zieht sich diese beim Zusammenwirken der beiden einander entgegengerichteten Drücke des konstanten oder zunehmenden Innenhochdruckes im Hohlprofilrohrling und des während der Aufweitung nachlassenden Druckes der externen Druckbeaufschlagung der Membran unter Beibehaltung der konturgetreuen Anlage aus dem Formraum zurück. Hierdurch kann bezüglich des gesamten Umformprozesses auch somit die Herstellung einer abgeflachten Endform prozeßsicher erfolgen.

[0007] Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 in einem Querschnitt eine erfindungsgemäße

Vorrichtung in Nicht-Gebrauchsstellung der Membran vor der Umformung des Hohlprofilrohlings,

Fig. 2 in einem Querschnitt die Vorrichtung aus Fig. 1 in Gebrauchsstellung der Membran vor der Umformung des Hohlprofilrohlings,

Fig. 3 in einem Querschnitt die Vorrichtung aus Fig. 1 in Gebrauchsstellung der Membran nach Aufweitung des Hohlprofilrohlings,

Fig. 4 in einem Querschnitt die Vorrichtung aus Fig. 1 in Gebrauchsstellung der Membran nach Erreichen der abgeflachten Endform des Hohlprofils.

[0008] Anhand der folgenden Ausführungsbeispiele, die sich nicht einfach "nur" um die Erzeugung eines Hohlprofils mit sehr großen Aufweitungen drehen, sondern auf die hinsichtlich der Einhaltung der Prozeßsicherheit wesentlich schwierigere Herstellung eines zusätzlich abgeflachten Hohlprofils zielen, so daß eine sehr flache aber ungemein breite Endform des Hohlprofils erreicht wird, soll die Vorteilhaftigkeit der Erfindung besonders verdeutlicht werden.

[0009] In Fig. 1 eine Vorrichtung 1 zur Herstellung eines umfänglich geschlossenen abgeflachten Hohlprofils 2 (Fig. 4) dargestellt, die im wesentlichen aus einem in zwei seitliche Werkzeuge geteilten Innenhochdruckumformwerkzeug, einer Membran 12 und einer Abplattvorrichtung besteht. Die seitlichen Werkzeuge können jeweils einstückig ausgebildet sein, wobei eine Druckmediumzuführung 20 dort eingearbeitet ist. Allerdings können die seitlichen Werkzeuge auch mehrteilig, in ein oberes Seitenwerkzeug 3 und ein unteres Seitenwerkzeug 4 geteilt, ausgeführt sein, wobei in der Trennfuge der beiden Seitenwerkzeuge 3 und 4 die Druckmediumzuführung 20 verlaufen kann. Zur Bestückung des Umformwerkzeuges mit einem Rohling 10 ist ein Manipulator zu verwenden, der den Rohling 10 bis sich die beiden Paare der Seitenwerkzeuge 3,4 backenartig um den Rohling 10 geschlossen haben. Nach der Umformung kann das fertig geformte Hohlprofil in einfacher Weise beim Auseinanderfahren der Seitenwerkzeuge 3 und 4 allein durch die Einwirkung der Schwerkraft dem Umformwerkzeug entnommen werden. Es ist jedoch auch alternativ denkbar, das obere Seitenwerkzeug 3 mit einem abnehmbaren Deckelteil auszubilden, so daß das Bestücken des Umformwerkzeuges bei bis auf das Deckelteil geschlossenen Seitenwerkzeugen 3,4 über die bei der Abwesenheit des Deckelteils entstehende Öffnung des Umformwerkzeuges ohne die Verwendung von rohlinghaltenden Manipulatoren erfolgen kann. Erst nachdem das Deckelteil die Bestückungsöffnung verschließt, kann dann die Umformung beginnen. Die Entnahme des fertigen Hohlprofils geht in gleicher Weise wie bei der oben beschriebenen Variante des Umformwerkzeuges durch Schwerkraft vonstatten.

[0010] Obwohl die Abplattvorrichtung das Paar der

Seitenwerkzeuge 3 und/oder das Paar der Seitenwerkzeuge 4 mittels einer entsprechend ausgestalteten Gravur selbst sein kann, umfaßt im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Abplattvorrichtung zwei sich gegenüberliegende miteinander fluchtende Stempel 6 und 7, die in Durchführungen 8 des oberen Paares der Seitenwerkzeuge 3 und des unteren Paares der Seitenwerkzeuge 4 verschiebbar geführt sind und die dabei in den von den Seitenwerkzeugen 3 und 4 gebildeten Formraum 9, in dem der anfangs mit kreiszylindrischem Querschnitt ausgestattete Hohlprofilrohling 10 aufgenommen ist, einfahrbar sind, wobei sie den Rohling 10 quetschend beaufschlagen können. Denkbar ist auch der Einsatz von einem einzigen Stempel. Die Stempel 6 und 7 können angepaßt an die Längserstreckung des Innenhochdruckumformwerkzeuges und damit an den gesamten umformbaren Teil des Hohlprofilrohlings 10 durchgängig ausgebildet oder alternativ nur lokal zur Beaufschlagung eines Teilabschnittes des Rohlings 10 angeordnet sein. Die Stempel 6,7 weisen eine ebene Stirnfläche auf, damit einerseits die verlangte flache Endform des Hohlprofils 2 erreicht wird und andererseits am Rohling 10 keine prozeßsicherheitsgefährdenden Einkerbungen durch scharfkantige Unebenheiten der Stempeloberfläche entstehen.

[0011] Über die Länge des Umformbereiches des Hohlprofilrohlings 10 hinweg ist seitlich des Eingriffsfeldes der Stempel 6 und 7 verlaufend, das identisch mit dem Formraum 9 sein kann, an der Werkzeuginnenseite 11 eine elastische Membran 12, beispielsweise aus einem Elastomer oder einem Gummi bestehend, befestigt. Die Befestigung der Membran 12 kann in vielfältiger Weise ausgeführt sein, beispielsweise unlösbar durch Kleben, Anschrauben, Annieten und ähnliches. Im vorliegenden Fall ist die Membran 12 in vorteilhafter Weise bei Verschleiß austauschbar an beiden quer zur Längserstreckung des Werkzeuges und parallel zu den Stempeln 6 und 7 liegenden flanschartigen Enden 13 in jeweils einem Halter 14 aufgenommen.

[0012] Der Halter 14 ist an der Innenseite 11 des Werkzeuges lösbar angebracht, wobei der Halter 14 eine zur Innenseite 11 offene Aufnahme für die Membran 12 bildende Aussparung 15 aufweist, zwischen deren Wandungen und dem gegenüberliegenden Wandungsabschnitt 16 der Werkzeuginnenseite 11 die Membranflansche 13 eingeklemmt sind. Obwohl die Membran 12 zwischen ihren Flanschen 13 in Nicht-Gebrauchsstellung, d.h. in entspannter Lage eben verlaufen kann, ist die Membran 12 hier U-förmig ausgebildet, um für das später erläuterte Verfahren eine größere Reichweite in den Formraum 9 zu erhalten. Bezüglich der Form der Membran 12 ist in die Innenseite 11 des Werkzeuges eine längs des Mittelteils 17 der Membran 12 verlaufende Ausnehmung 18 eingearbeitet, um die Membran 12 soweit aufzunehmen, daß in der Nicht-Gebrauchsstellung der Membran 12 und in der letzten Umformphase des Rohlings 10 der Formraum 9 membranfrei und somit die Membran 12 zum einen beim Bestük-

ken des Formraumes 9 mit einem Rohling 10 nicht hinderlich ist und zum anderen sich während der Umformung des Rohlings 10 aus dem Formraum 9 zurückziehen kann.

[0013] In den Ausnehmungsgrund 19 mündet eine kanalartige Druckmediumzuführung 20 aus, die mit einem außerhalb des Werkzeuges befindlichen Druckerzeuger verbunden ist. Die Membran 12 überdeckt somit die Ausnehmung 18 samt Ausmündung der Druckmediumzuführung 20 hochdruckdicht, wodurch bei Einleiten des Druckmediums zwischen dem Ausnehmungsgrund 19 und der diesem zugewandten Außenseite 21 der Membran 12 ein Druckraum 22 ausgebildet wird. Aufgrund der Ausbildung der Ausnehmung 18 wird der über das Druckmedium vermittelte Druck gleichmäßig auf die gesamte - mit Ausnahme der eingeklemmten Flansche 13 - Membran 12 verteilt, so daß lokale schadensbedingende Dehnungen der Membran 12 bei einer Druckbeaufschlagung vermieden und die gewüschte Anlage an den Hohlprofilrohling 10 in ausreichendem Maße über einen Teilumfangsbereich des Rohlings 10 erreicht werden. Das Druckmedium kann zwar gasförmig sein, ist jedoch hier aufgrund seiner inkompressiblen Eigenschaften, die bei der Abstützung während der Umformung des Rohlings 10 sehr vorteilhaft sind, ein Druckfluid.

[0014] Zwar ist im Ausführungsbeispiel nur eine einzige Membran dargestellt, jedoch können im Rahmen der Erfindung mehrere Membrane an jeder Seite sich aneinanderreihen. Dies ist dann von Vorteil, wenn der Rohling 10 nur auf mehreren voneinander beabstandeten Längsabschnitten durch Aufweiten und Abplatten umgeformt werden soll. Hierbei kann der Rohling 10 durch rohlingsabschnittsspezifische Drucksteuerungen des Druckfluides je nach gewünschter Hohlprofilquerschnittsform unterschiedlich stark abgestützt werden. Die Membran 12 kann sich dagegen auch in apparativ geringaufwendiger Weise längs des gesamten Formraumes des Werkzeuges erstrecken und zwar auch dort, wo nur eine der beiden Umformschritte, Aufweitung und Abplatten, oder auch keine Umformung erfolgt. Der Hohlprofilrohling 10 wird somit über seine gesamte Längserstreckung hinweg von der Membran 12 abgestützt. Der Druck im Druckraum 22 ist je nach Umformfortschritt steuerbar. Dies kann durch Steuerung des Druckerzeugers oder durch Steuerung eines Druckbegrenzungsventils erfolgen.

[0015] Gemäß den Zeichnungen ist es auch denkbar, daß das Innenhochdruckumformwerkzeug anstatt von Seitenwerkzeugen 3,4 ein Ober- und ein Unterwerkzeug beinhaltet, wodurch das Bestücken des Formraumes 14 relativ einfach verlaufen kann. Da bei entsprechend transponierter Auslegung der Zeichnungen die Membran 12 das Oberwerkzeug mit dem Unterwerkzeug verbindet, wird die Membran 12 beim Öffnen und Schließen des Werkzeuges gestreckt und komprimiert, wodurch die Membran 12 einem erhöhten Verschleiß ausgesetzt ist. Dies kann jedoch durch ein abnehmba-

res lediglich den Formraum abdeckendes Deckelteil im Oberwerkzeug umgangen werden, wobei die Membran 12 in der Öffnungs- und Schließbewegung des Umformwerkzeuges beansprucht bleibt. Es kann zur Entlastung der Membran 12 alternativ vorteilhaft sein, die aus Oberwerkzeug und Unterwerkzeug bestehende Anordnung des IHU-Werkzeuges um 90° gegen den Uhrzeigersinn zu drehen. Hierbei wäre die Anordnung so zu gestalten, daß eine Membran 12 im Unterwerkzeug und eine Membran 12 im Oberwerkzeug angeordnet ist, wobei der Mittelteil 17 der Membrane 12 nun horizontal verläuft. Die Druckmediumzuführung 20, die dann gemäß den Zeichnungen genau in der Teilungsfuge von Oberwerkzeug und Unterwerkzeug liegt und somit von jeweils einer rinnenförmigen Nut beider Werkzeughälften gebildet werden kann, ist bei der beschriebenen Alternative separat sowohl im Unterwerkzeug als auch im Oberwerkzeug vorzusehen. Das IHU-Werkzeug kann bei dieser Ausführung geöffnet und geschlossen werden ohne daß die Membran 12 in irgendeiner Weise mechanisch beansprucht wird, was einerseits den Verschleiß der Membran minimiert und andererseits die Zugänglichkeit zum Bestückungsraum des Werkzeuges optimiert.

[0016] Zur Herstellung des abgeflachten Hohlprofils 2 kann zuerst eine Abplattung des Rohlings 10 erfolgen, welcher in dem abgeplatteten Zustand anschließend mittels Innenhochdruck aufgeweitet wird. Um die Prozeßsicherheit zu verbessern, kann vor der Abplattung ein Druck im Druckraum 22 aufgebaut werden, der die Membran 12 ausstülpt und zum Rohling 10 ausdehnt, bis die Membran 12 an diesem auf einem Teilumfangsbereich satt anliegt. Bei der nachfolgenden Abplattung, bei der die Stempel 6,7 aufeinanderzu fahren und somit den Formraum 9 verringern, wird der Rohling 10 gequetscht und in Breitenrichtung zu der Ausnehmung 18 hin verbreitert. Der Druck im Druckraum 22 muß dabei reduziert werden, um diese Verbreiterung zuzulassen. Dabei weicht die elastische Membran 12 aus dem Formraum 9 in ihre Ausnehmung 18 zurück, bis sie das Eingriffsfeld der Stempel 6,7 gänzlich verlassen hat. Für die Aufweitung des abgeplatteten Rohlings 10 bleibt die Membran 12 mit erhöhtem Druck aus dem Druckraum 22 beaufschlagt dann seitlich der Stempel 6,7 stehen und stützt den Rohling 10 so ab, daß an diesem eine mit der Stempelaußenseite 23 bündig abschließende Wandung 24 ausgeformt werden kann. Die erzielte Bündigkeit ist von der Anforderung an die Querschnittsform (hier: Rechtecksquerschnitt) abhängig.

[0017] Selbstverständlich können auch andere Formverläufe der Wandung 24 ausgebildet werden, je nachdem in welcher Position die Membran 12 zu den Stempeln 6,7 steht. Um die Prozeßsicherheit zu erhöhen, in dem der Faltenaufwurf beim Abplatten möglichst vermieden wird, ist es günstig im Rohling 10 während des Abplattens einen hydraulischen Stützdruck zu erzeugen, der besagter Faltenbildung entgegenwirkt. Das Abplatten kann auch durch das Schließen des Werkzeu-

ges 1 selbst erfolgen. Dies ist jedoch problematisch, da die für die Anlage am Rohling 10 unter Druck stehende Membran 12 gegebenenfalls aus dem noch offenen Werkzeug herausquellen und beim Zurückdrücken durch das Werkzeug Schaden erleiden kann. Mit der vorgestellten Verfahrensvariante können zwar abgeflachte Hohlprofile 2 hergestellt werden, jedoch ist diese auf Hohlprofile beschränkt, die nicht sonderlich breit und flach sein sollen. Dies hat zum Hintergrund, daß beim Abplatten sich das Rohlingsmaterial an vielen Stellen schon an die Stirnseiten 5 der Stempel 6,7 anlegt, so daß beim Aufweiten mittels Innenhochdruck bereits zu Anfang eine erhebliche Reibung des Rohlings 10 an den Stempelstirnseiten 5 besteht. Dies führt bei einer Vorgabe, bei der ein sehr breites und flaches Hohlprofil 2 hergestellt werden soll, zu einem Bersten des Rohlings 10 während der Aufweitung. Auch können infolge der Reibung, die das Rohlingsmaterial gravierend am Fließen hindert, die bei der verstärkten Abplattung vermehrt auftretenden tiefen Falten nicht mehr prozeßsicher durch den Innenhochdruck herausgedrückt werden.

[0018] Um diese Problematik zu lösen und damit eine beliebige Variabilität bei der Gestaltung von Hohlprofilquerschnittsformen prozeßsicher zu erzielen, wird in einer weiteren Verfahrensvariante der Rohling 10 relativ zu seiner Umgebung im Werkzeug so gestaltet und platziert, daß über den umzuformenden Abschnitt hinweg eine größere Beabstandung zu den Stirnseiten 5 der Stempel 6,7 gegeben ist (Fig. 1). Dadurch wird eine freie reibungslose Aufweitung des Rohlings 10 ermöglicht, so daß der Umfang und Durchmesser des Rohlings 10 ohne die Gefahr eines Berstens stark vergrößert werden kann. Somit ist die freie Aufweitung in dieser Variante der erste Umformschritt des Rohlings 10, welcher dann beendet ist, wenn der aufgeweitete Rohling 10 die Stempelstirnseiten 5 kontaktiert.

[0019] Schon vor der Erzeugung eines Innenhochdruckes im Rohling 10 wird die Membran 12 aus dem Druckraum 22 druckbeaufschlagt, welche sich dadurch an einem Teilumfangsbereich des Rohlings 10 und an einen Abschnitt der Stempelstirnseiten 5 anlegt (Fig. 2). Durch Erzeugung eines fluidischen Innenhochdruckes wird dann der Rohling 10 aufgeweitet, wobei während der gesamten Aufweitung die Membran 12 druckbeaufschlagt an den Rohling 10 auf besagtem Teilumfangsbereich angepreßt wird. Die Membran 12 stützt diesen dort materialberuhigend und formhaltend ab, so daß die Aufweitphase völlig prozeßsicher verläuft (Fig. 3). Der sich aufweitende Rohling 10 drängt dabei die Membran 12 zum Druckraum 22 hin zurück, wobei mit steigendem Aufweitgrad der Stützdruck im Druckraum 22 kontinuierlich angepaßt vermindert wird. Obwohl die Membran 12 während der Aufweitung am Rohling 10 anliegt, tritt keine bzw. ein nur sehr geringe Reibung des Rohlingsmaterials an der Membran 12 auf, da diese nicht massiv ist und sich elastisch mitverformt. Der Durchmesser des Rohlings 10 ist nach abgeschlossener Aufweitung grob angenähert so groß wie die Stempelbreite.

[0020] Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, werden die Stempel 6,7 in Pfeilrichtung aufeinanderzu gefahren, wodurch der aufgeweitete Rohling 10 zusammengestaucht wird. Obwohl der Rohling 10 nicht zwangsläufig durch die Membran 12 abgestützt sein und unter einem fluidischen Stützdruck, der kleiner als der Aufweitdruck sein kann, stehen muß, ist es für die weitere Prozeßsicherheit vorteilhaft, wenn dies gegeben ist. Dabei wird der Rohling 10 faltenfrei in eine abgeflachte Endform des umfänglich geschlossenen Hohlprofils 2 mit rechteckförmigem Querschnitt gedrückt. Der Rohling 10 wird dabei schadensfrei noch weiter verbreitert, bis dieser die Endform angenommen hat. Die abplattungsbedingte Verbreiterung ergänzt den durch die Aufweitung geschaffenen Hauptanteil an der gesamten Verbreiterung. Gemäß Fig. 4 wird der Rohling 10 stetig abgestützt und während der Abplattung durch die Membran 12 derart druckbeaufschlagt, daß im Erreichen der Bündigkeit des abgeplatteten Rohlings 10 mit der Außenseite 23 der Stempel 6,7 die seitliche Endkontur des Hohlprofils 2 ausgebildet ist. Der Mittelteil 17 der Membran 12 liegt dabei längs an der Außenseite 23 der Stempel 6,7 an. Auch bei der Abplattung wird der Druck im Druckraum 22 sukzessiv vermindert, so daß die Membran 12 bis zur erreichten Bündigkeit der die Endkontur des Hohlprofils 2 tragende Wandung 24 mit der Stempelaußenseite 23 elastisch zurückweichen kann.

[0021] Denkbar ist, daß für die Endform des Hohlprofils 2 scharfe Kanten gefordert sind. In diesem Fall kann abschließend der aufgeweitete und abgeplattete Hohlprofilrohling 10 durch einen den Aufweitdruck übersteigenden Innenhochdruck in die Endform des Hohlprofils 2 kalibriert werden, wobei das Druckfluid im Druckraum 22 den entsprechenden Gegendruck aufbringen muß.

[0022] Des weiteren ist es denkbar, bei dem Herstellungsprozeß gänzlich auf ein aktives Abplatten zu verzichten. Dabei entfallen zur Vereinfachung des Prozesses außer einer Verfahrenstechnik auch die zugehörigen Stempel 6,7 und deren Steuerung. Das Innenhochdruckumformwerkzeug ist dann so auszulegen, daß die Innenseiten 11 des Werkzeuges unter Bildung einer Kastenform eben ist, so daß die Herstellung des abgeflachten Hohlprofils 2 in einer einzigen Aufweitung, abgestützt von der Membran 12, mit gegebenenfalls abschließender Kalibrierung erfolgt. Aufgrund der frühen reibungsverursachenden Anlage des Rohlingsmaterials an der Werkzeuginnenseite 11 sind natürlich die Möglichkeiten der Formgebung bezüglich Höhe und Breite des Hohlprofils 2 erheblich eingeschränkt, so daß nur geringe Umformgrade prozeßsicher möglich sind.

[0023] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht gegenüber bisherigen Verfahrenstechniken, daß zwei in der Formgebungsrichtung unterschiedliche Fertigungsschritte, die normalerweise in zwei Fertigungsstufen erzeugt werden müßten, in einem Innenhochdruck-Arbeitsgang dargestellt werden können. Des weiteren

können mit der flexiblen Membran 12 Werkstücke mit Aufweitungen realisiert werden, die aufgrund ihrer geometrischen Gestaltung und der damit verbundenen Reibbehinderung zwischen Werkstück und Werkzeug nicht prozeßsicher umgeformt werden können. Beispielsweise kann es sich bei den erwähnten Werkstücken um lange IHU-Bauteile handeln, die schmal zulaufende Aufweitbereiche aufweisen müssen, wie im Kraftfahrzeugkarosseriebau der unter dem Windschutz verlaufende Querträger.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines umfänglich geschlossenen Hohlprofiles, wobei ein Hohlprofilrohling in einem Innenhochdruckumformwerkzeug mittels fluidischen Innenhochdruck aufgeweitet wird, wonach dieser die Endform des Hohlprofiles erreicht,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Hohlprofilrohling (10) auf zumindest einem Teilumfangsbereich während der Aufweitung mittels wenigstens einer an der dem Rohling (10) zugewandten Innenseite (11) des Werkzeuges befestigten und mit einem von außen wirkenden steuerbaren Druck beaufschlagbaren Membrane (12) abgestützt wird, - wobei diese mit dem Fortlauf der Aufweitung unter Reduzierung des auf die Membrane (12) wirkenden Stützdruckes elastisch zurückweicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Hohlprofilrohling (10) im Innenhochdruckumformwerkzeug abgeplattet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Hohlprofilrohling (10) über seine gesamte Längserstreckung hinweg von der Membrane (12) abgestützt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Hohlprofilrohling (10) zusätzlich während des Abplattvorganges von der Membran (12) abgestützt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß zuerst eine freie Aufweitung des Hohlprofilrohlinges (10) erfolgt, bis dieser eine Abplattvorrichtung (6,7) des Innenhochdruckumformwerkzeuges kontaktiert, und daß anschließend das Abplatten des aufgeweiteten Rohlings (10) erfolgt, welches durch stetiges Abstützen des Rohlings (10) durch die Membran (12) begleitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Rohling (10) durch die Membran (12) derart druckbeaufschlagt wird, daß im Erreichen der Bündigkeit des abgeplatteten Rohlings (10) mit der Außenseite (23) der stempelartigen Abplattvorrichtung (6, 7) die seitliche Endkontur des Hohlprofiles (2) ausgebildet ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß abschließend der Hohlprofilrohling (10) durch einen den Aufweitdruck übersteigenden Innenhochdruck in die Endform des Hohlprofiles (2) kalibriert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Abplatten bei einem den Hohlprofilrohling (10) von innen stützenden Innenhochdruck, der kleiner als der Aufweitdruck ist, unmittelbar in die Endform des Hohlprofiles (2) führt.
9. Vorrichtung zur Herstellung eines umfänglich geschlossenen Hohlprofiles, mit einem Innenhochdruckumformwerkzeug, in dem ein Hohlprofilrohling mittels fluidischem Innenhochdruck aufweitbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß an der Werkzeuginnenseite (11) zumindest eine elastische seitlich des Eingriffsfeldes des Stempels (6,7) verlaufende Membran (12) befestigt ist, welche eine mit einem außerhalb des Werkzeuges befindlichen Druckerzeuger verbundene Druckmediumzuführung (20) hochdruckdicht überdeckt, die als Kanal durch das Werkzeug verläuft und an dessen Innenseite (11) zum Formraum (9) hin ausmündet, und welche über die Druckmediumzuführung (20) druckbeaufschlagt an dem umzuformenden Hohlprofilrohling (10) an zumindest einem Teilumfangsbereich anlegbar ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vorrichtung eine Abplattvorrichtung beinhaltet, die in das Innenhochdruckumformwerkzeug integriert ist und mittels derer der Hohlprofilrohling (10) abplattbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abplattvorrichtung aus zumindest einem in einer Durchführung (8) des Werkzeuges verschiebbar geführten Stempel (6,7) besteht.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Membran (12) sich längs des gesamten

Formraumes (9) des Werkzeuges erstreckt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Membran (12) an beiden quer zur Längserstreckung des Werkzeuges liegenden Enden (13) in jeweils einem Halter (14) aufgenommen ist, der an der Innenseite (11) des Werkzeuges angeordnet ist. 5
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Membran (12) zwischen der Werkzeuginnenseite (11) und einer Wandung der Halteraufnahme festgeklemmt ist. 10
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das die Membran zum Hohlprofilrohling (10) hin beaufschlagende Druckmedium ein Druckfluid ist. 20
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stempel (6,7) eine ebene Stirnfläche aufweist. 25
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** in die Werkzeuginnenseite (6,7) eine längs der Membran (12) verlaufende Ausnehmung (18) eingearbeitet ist, welche von der Membran (12) überdeckt ist und in die die Druckmediumzuführung (20) einmündet, und daß zwischen dem Ausnehmungsgrund (19) und der diesem zugewandten Außenseite (21) der Membran (12) ein Druckraum (22) ausbildbar ist. 30 35

Claims

1. Method for producing a peripherally closed hollow profile, a hollow profile blank being expanded by means of fluidic internal high pressure in an internal high pressure forming tool, after which the hollow profile blank achieves the final shape of the hollow profile, **characterised in that** the hollow profile blank (10) is supported during the expansion on at least one partial peripheral region, by means of at least one membrane (12) fastened on the inside (11) of the tool facing the blank (10) and capable of being loaded with a controllable pressure acting from the outside, wherein the membrane recedes elastically with the continuation of the expansion with reduction of the supporting pressure acting on the membrane (12). 45 50 55
2. Method according to claim 1, **characterised in that**

the hollow profile blank (10) is flattened in the internal high pressure forming tool.

3. Method according to either of claims 1 or 2, **characterised in that** the hollow profile blank (10) is supported over its entire longitudinal extent by the membrane (12).
4. Method according to either of claims 2 or 3, **characterised in that** the hollow profile blank (10) is additionally supported by the membrane (12) during the flattening process.
5. Method according to any one of claims 2 to 4, **characterised in that** firstly a free expansion of the hollow profile blank (10) takes place, until it contacts a flattening device (6, 7) of the internal high pressure forming tool, and **in that** the flattening of the expanded blank (10) then takes place, which is accompanied by constant support of the blank (10) by the membrane (12).
6. Method according to claim 5, **characterised in that** the blank (10) can be pressure loaded by the membrane (12) in such a way that when the flattened blank (10) is flush with the outside (23) of the die-like flattening device (6, 7), the final lateral contour of the hollow profile (2) is formed.
7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the hollow profile blank (10) is then calibrated into the final shape of the hollow profile (2) by an internal high pressure exceeding the expansion pressure.
8. Method according to either of claims 5 or 6, **characterised in that** the flattening leads directly to the final shape of the hollow profile (2) in the case of an internal high pressure which supports the hollow profile blank (10) from the inside and is smaller than the expansion pressure.
9. Device for producing a peripherally closed hollow profile, with an internal high pressure forming tool, in which a hollow profile blank can be expanded by means of fluidic internal high pressure, **characterised in that** at least one elastic membrane (12) extending laterally to the engagement field of the die (6, 7) is fastened to the inside (11) of the tool, which membrane covers, in a high pressure-tight manner, a pressure medium feed (20) which is connected to a pressure generator located outside the tool, the pressure medium feed extending as a channel through the tool and opening on the inside (11) thereof toward the mould cavity (9), and which membrane, loaded with pressure via the pressure medium feed (20), can be placed on the hollow profile blank (10) to be formed on at least one partial

peripheral region.

10. Device according to claim 9, **characterised in that** the device contains a flattening device, which is integrated into the internal high pressure forming tool and by means of which the hollow profile blank (10) can be flattened. 5
11. Device according to claim 10, **characterised in that** the flattening device consists of at least one die (6, 7) which is displaceably guided in a lead-through (8) of the tool. 10
12. Device according to any one of claims 9 to 11, **characterised in that** the membrane (12) extends along the entire mould chamber (9) of the tool. 15
13. Device according to any one of claims 9 to 12, **characterised in that** the membrane (12) is received, at the two ends (13) located transverse to the longitudinal extent of the tool, in one respective holder (14), which is arranged on the inside (11) of the tool. 20
14. Device according to claim 13, **characterised in that** the membrane (12) is clamped between the inside (11) of the tool and the wall of the holder receiver. 25
15. Device according to any one of claims 9 to 14, **characterised in that** the pressure medium loading the membrane toward the hollow profile blank (10) is a pressure fluid. 30
16. Device according to any one of claims 11 to 15, **characterised in that** the die (6, 7) has a level end face. 35
17. Device according to any one of claims 9 to 16, **characterised in that** a recess (18) extending along the membrane (12) is incorporated into the inside (6, 7) of the tool, which recess is covered by the membrane (12) and into which the pressure medium feed (20) opens, and **in that** a pressure chamber (22) can be formed between the recess base (19) and the outside (21) of the membrane (12) facing the recess base. 40 45

Revendications

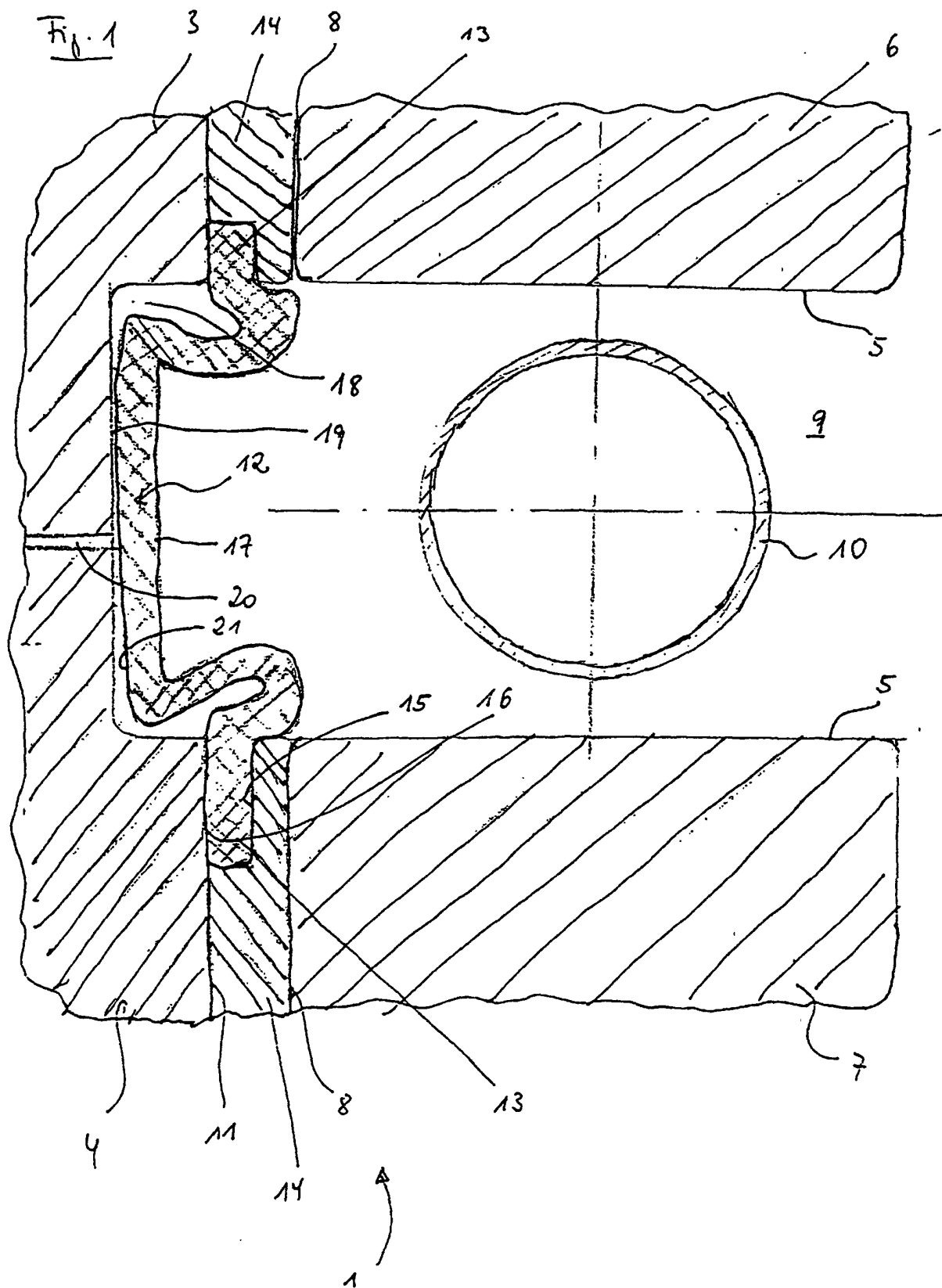
1. Procédé de fabrication d'un profilé creux fermé en périphérie, selon lequel une ébauche de profilé creux est élargie, au moyen d'une haute pression fluide intérieure, dans un outil de reformage sous haute pression intérieure, suite à quoi l'ébauche atteint la forme finale du profilé creux **caractérisé en ce que** l'ébauche de profilé creux (10) est soutenue, sur 50 55

au moins une zone périphérique partielle, pendant l'opération d'élargissement, au moyen d'au moins une membrane (12) qui est fixée sur la face intérieure (11) de l'outil, tournée vers l'ébauche (10), et qui peut être sollicitée par une pression, pouvant être commandée et agissant depuis l'extérieur, cette membrane reprenant élastiquement sa forme lorsque l'opération d'élargissement progresse, ceci s'accompagnant d'une réduction de la pression de soutien agissant sur la membrane (12).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ébauche de profilé creux (10) est aplatie dans l'outil de reformage sous haute pression intérieure.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'ébauche de profilé creux (10) est soutenue par la membrane (12) sur la totalité de son étendue longitudinale.
4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** l'ébauche de profilé creux (10) est, en plus, soutenue par la membrane (12) pendant le processus d'aplatissement.
5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que**, d'abord, est effectué un élargissement libre de l'ébauche de profilé creux (10), jusqu'à ce que celle-ci entre en contact avec un dispositif d'aplatissement (6, 7) de l'outil de reformage sous haute pression intérieure, et **en ce qu'**ensuite l'aplatissement de l'ébauche (10) ayant été élargie est effectué, ce qui est accompagné par un soutien permanent de l'ébauche (10) par la membrane (12).
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'ébauche (10) est sollicitée en pression par la membrane (12), de manière que, à l'atteinte de l'affleurement entre l'ébauche (10) aplatie et la face extérieure (23) du dispositif d'aplatissement (6, 7) du genre d'un poinçon, le contour final latéral du profilé creux (2) soit formé.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**enfin l'ébauche de profilé creux (10) est calibrée à la forme finale du profilé creux (2), par application d'une haute pression intérieure, dépassant celle de la pression d'élargissement.
8. Procédé selon l'une des revendications 5 et 6, **caractérisé en ce que** l'aplatissement est effectué directement à la forme finale du profilé (2) par application d'une haute pression intérieure, soutenant l'ébauche de profilé creux (10) depuis l'intérieur, cette haute pression intérieure étant de valeur inférieure à la pression d'élargissement.

9. Dispositif de fabrication d'un profilé creux fermé en périphérie, avec un outil de reformage sous haute pression intérieure, dans lequel une ébauche de profilé creux est susceptible d'être élargie par application d'une haute pression fluide intérieure, **caractérisé en ce que**, sur la face intérieure de l'outil (11), est fixée au moins une membrane (12) élastique, s'étendant sur le côté du champ d'emprise du poinçon (6, 7), membrane qui recouvre, de façon étanche aux hautes pressions, une amenée de milieu sous pression (20) reliée à un générateur de pression se trouvant à l'extérieur de l'outil, l'amenée de milieu sous pression s'étendant sous forme de canal à travers l'outil et débouchant vers l'enceinte de formage (9) sur son côté intérieur (11) est susceptible d'être appliquée sur l'ébauche de profilé creux (10) à reformer, en au moins une zone périphérique partielle, en étant sollicitée en pression, par l'amenée de milieu sous pression (20). 5 10 15 20
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif contient un dispositif d'aplatissement, qui est intégré à l'outil de reformage sous haute pression et au moyen duquel l'ébauche de profilé creux (10) est susceptible d'être aplatie. 25
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif d'aplatissement est formé d'au moins un poinçon (6, 7), guidé en translation dans un guide traversant (8) de l'outil. 30
12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** la membrane (12) s'étend le long de la totalité de l'enceinte de formage (9) de l'outil. 35
13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** la membrane (12) est logée aux deux extrémités (13), situées transversalement par rapport à l'étendue longitudinale de l'outil, chaque fois dans un support (14), disposé sur la face intérieure (11) de l'outil. 40
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la membrane (12) est bloquée par serrage, entre la face intérieure de l'outil (11) et une paroi du logement du support. 45
15. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** le milieu sous pression, sollicitant la membrane vers l'ébauche de profilé creux (10), est un fluide sous pression. 50
16. Dispositif selon l'une des revendications 11 à 15, **caractérisé en ce que** le poinçon (6, 7) présente une face frontale plane. 55
17. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 16, **ca-**

ractérisé en ce que, dans la face intérieure de l'outil (6, 7), est usiné un évidement (18), s'étendant le long de la membrane (12), qui est couvert par la membrane (12) et dans lequel débouche l'amenée de milieu sous pression (20) et **en ce que**, entre le fond d'évidement (19) et la face extérieure (21), tournée vers celui-ci, de la membrane (12) peut être réalisée une enceinte à pression (22).



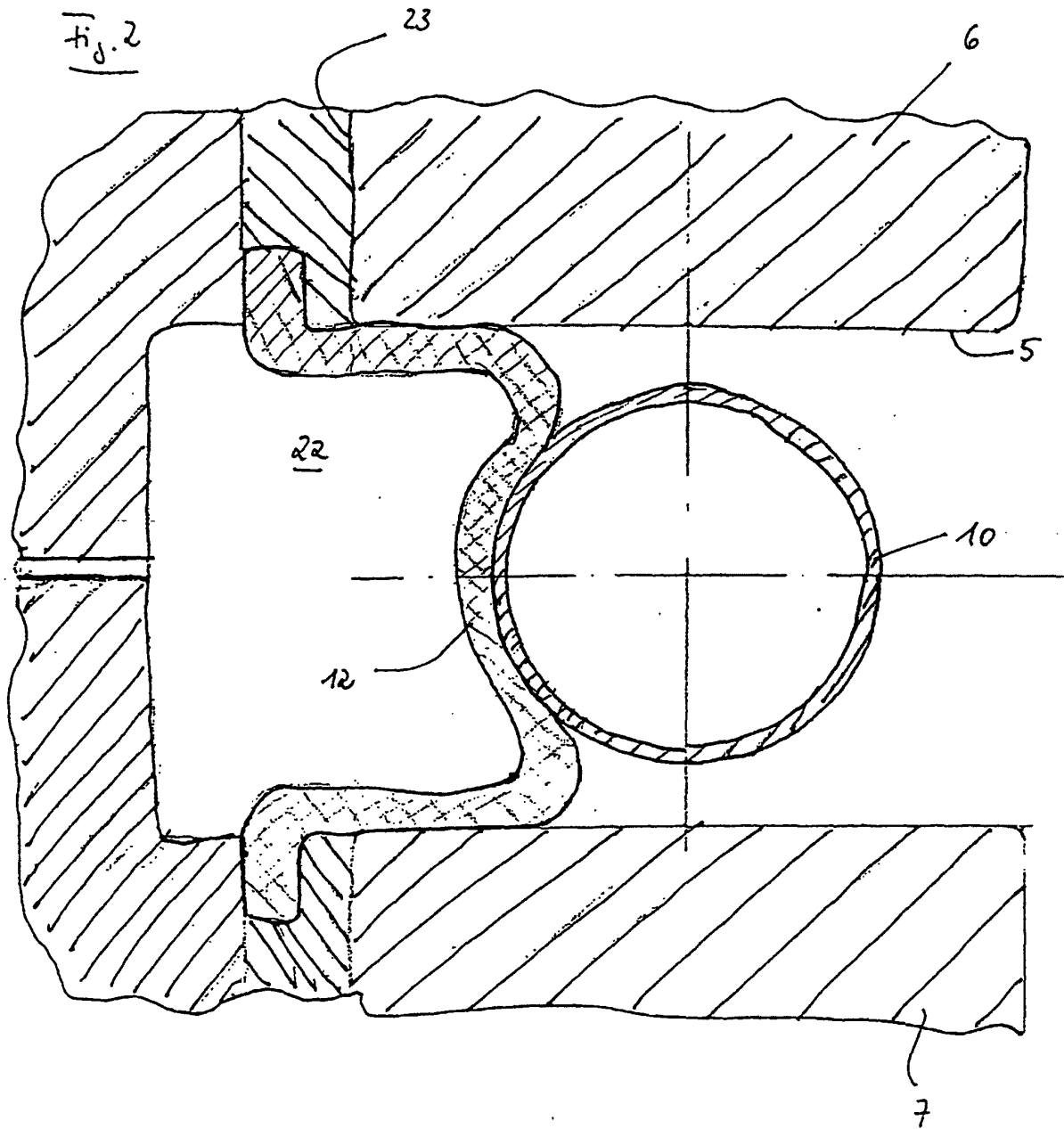


Fig. 3

