

(19)



(11)

EP 3 175 935 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.11.2019 Patentblatt 2019/46

(51) Int Cl.:
B21C 37/20 ^(2006.01) **B21K 1/30** ^(2006.01)
B21C 1/26 ^(2006.01) **B21C 23/21** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15197170.2**

(22) Anmeldetag: **01.12.2015**

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM UMFORMEN EINES, VORZUGSWEISE ROHRARTIGEN, HOHLKÖRPERS**

METHOD AND DEVICE FOR DEFORMING A, PREFERABLY TUBULAR, HOLLOW BODY

DISPOSITIF ET PROCEDE DE TRANSFORMATION D'UN CORPS CREUX, DE PREFERENCE TUBULAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.2017 Patentblatt 2017/23

(73) Patentinhaber: **FELSS Systems GmbH
75203 Königsbach-Stein (DE)**

(72) Erfinder:
• **Michi, Werner
75248 Ölbronn-Dürrn (DE)**

• **Bittermann, Robin
76307 Karlsbad (DE)**
• **Marré, Michael Dr.
76189 Karlsruhe (DE)**

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus Patentanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 106 867 JP-A- S57 160 542

EP 3 175 935 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 eine Vorrichtung zum Umformen eines, vorzugsweise rohrartigen, Hohlkörpers, der eine Hohlkörperwand, ein von der Hohlkörperwand begrenztes Hohlkörperinneres sowie eine senkrecht zu einem Hohlkörperquerschnitt verlaufende Hohlkörperachse aufweist,

- mit einer Umformmatrize, die eine Matrizenöffnung sowie ein an der Matrizenöffnung vorgesehenes Umformorgan aufweist,
- mit einem axialen Hohlkörperwiderlager,
- mit einem Vorschubantrieb, mittels dessen die Umformmatrize und das axiale Hohlkörperwiderlager mit einer axialen Umformbewegung aufeinander zu bewegbar sind, wobei bei einem Umformvorgang die Umformmatrize auf dem umzuformenden Hohlkörper aufsitzt und mit dem Umformorgan an der Außenseite des Hohlkörpers in die Hohlkörperwand eingreift, wobei bei dem Umformvorgang die Umformmatrize und das axiale Hohlkörperwiderlager mit der axialen Umformbewegung unter Umformung des Hohlkörpers längs der Hohlkörperachse aufeinander zu bewegbar sind und wobei bei dem Umformvorgang das axiale Hohlkörperwiderlager durch den Hohlkörper, aufgrund einer an einer Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers erfolgenden Beaufschlagung durch das in die Hohlkörperwand eingreifende Umformorgan der Umformmatrize, in axialer Richtung druckbeaufschlagt und der Hohlkörper durch das axiale Hohlkörperwiderlager in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers abgestützt ist, sowie
- mit einem inneren Stützkörper, welcher dem Hohlkörperinneren zugeordnet ist, der bei dem Umformvorgang in dem Hohlkörperinneren angeordnet ist und die Hohlkörperwand in radialer Richtung der Hohlkörperachse abstützt und der außerdem ein stützkörperseitiges axiales Zusatzwiderlager für den Hohlkörper ausbildet,
- wobei bei dem Umformvorgang das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager für den Hohlkörper an der von dem axialen Hohlkörperwiderlager längs der Hohlkörperachse abliegenden Seite der Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers angeordnet ist und, bei gleichzeitiger Abstützung des Hohlkörpers durch das axiale Hohlkörperwiderlager, den Hohlkörper in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers abstützt.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Umformen eines, vorzugsweise rohrartigen, Hohlkörpers, der eine Hohlkörperwand, ein von der Hohlkörperwand begrenztes Hohlkörperinneres sowie eine senkrecht zu einem Hohlkörperquerschnitt verlaufende Hohlkörperachse aufweist, im Rahmen dessen

- eine Umformmatrize, die eine Matrizenöffnung sowie ein an der Matrizenöffnung vorgesehenes Umformorgan aufweist, und ein axiales Hohlkörperwiderlager mit einer axialen Umformbewegung unter Umformung des Hohlkörpers längs der Hohlkörperachse aufeinander zu bewegt werden, wobei die Umformmatrize auf einem umzuformenden Hohlkörper aufsitzt und an der Außenseite des Hohlkörpers mit dem Umformorgan in die Hohlkörperwand eingreift und wobei das axiale Hohlkörperwiderlager durch den Hohlkörper, aufgrund einer an einer Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers erfolgenden Beaufschlagung durch das in die Hohlkörperwand eingreifende Umformorgan der Umformmatrize, in axialer Richtung druckbeaufschlagt und der Hohlkörper durch das axiale Hohlkörperwiderlager in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers abgestützt wird,
- ein innerer Stützkörper für den Hohlkörper in dem Hohlkörperinneren derart angeordnet wird, dass der innere Stützkörper die Hohlkörperwand in radialer Richtung der Hohlkörperachse abstützt,
- ein von dem inneren Stützkörper ausgebildetes stützkörperseitiges axiales Zusatzwiderlager an der von dem axialen Hohlkörperwiderlager längs der Hohlkörperachse abliegenden Seite der Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers angeordnet wird und
- der Hohlkörper, bei gleichzeitiger Abstützung des Hohlkörpers durch das axiale Hohlkörperwiderlager, mittels des stützkörperseitigen axialen Zusatzwiderlagers in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des Hohlkörperwiderlagers abgestützt wird.

[0003] Gattungsgemäßer Stand der Technik ist bekannt aus DE 106 867 C. Diese Druckschrift offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren, im Falle derer ein auf einem Dorn aufsitzendes Rohr in Pfeilrichtung durch eine Ziehform gezogen und gleichzeitig an seinem in Pfeilrichtung nacheilenden Ende durch einen Stempel eines Druckkolbens in Pfeilrichtung druckbeaufschlagt wird.

[0004] Weiterer Stand der Technik ist aus praktischer Anwendung bekannt. Beispielsweise wird bei der Herstellung von als Hohlwellen ausgeführten Lenkwellen für Kraftfahrzeuge ein hohlzylindrischer Lenkwellenrohling durch sogenanntes Axialformen über eine Teillänge mit einer Außenverzahnung versehen, deren Zähne sich in Achsrichtung des Lenkwellenrohlings und der späteren Lenkwelle erstrecken. Dabei wird als formgebendes Werkzeug eine Umformmatrize verwendet mit einer Matrizenöffnung, die an ihrem Umfang mit einer formgebenden Verzahnung versehen ist. Der über die Zahnsitzen der Zähne gemessene Innendurchmesser der formgebenden Verzahnung an der Umformmatrize ist kleiner als der Durchmesser einer zur Herstellung der Außenverzahnung umzuformenden Teillänge des Lenkwellen-

rohlings. Deshalb wird bei einer axialen Umformbewegung, die als Bewegung der Umformmatrize relativ zu dem Lenkwellenrohling in axialer Richtung des Lenkwellenrohlings ausgeführt wird, von der formgebenden Verzahnung der Umformmatrize durch Umformen der betreffenden Teillänge des Lenkwellenrohlings die gewünschte Außenverzahnung der Lenkwelle erzeugt. Während der axialen Umformbewegung ist der Lenkwellenrohling an dem von der Umformmatrize abliegenden Längsende an einem in Längsrichtung des Lenkwellenrohlings starren axialen Anschlag abgestützt. Dabei beaufschlagt der Lenkwellenrohling den axialen Anschlag zum einen aufgrund der in axialer Richtung wirksamen Beaufschlagung des Lenkwellenrohlings durch die Umformmatrize und zum andern aufgrund des Umstandes, dass sich infolge der Umformung des Lenkwellenrohlings zwischen der Umformmatrize und dem axialen Anschlag für den Lenkwellenrohling Material des Wellenrohlings aufbaut, das zu einer Längung des Wellenrohlings führt. Unter der Wirkung der von der Umformmatrize während des Umformvorgangs auf den Lenkwellenrohling in axialer Richtung ausgeübten Druckkraft zeigt der einerseits durch die Umformmatrize und andererseits durch den starren axialen Anschlag beaufschlagte Lenkwellenrohling eine gewisse Tendenz zum seitlichen Ausknicken. Um ein derartiges Ausknicken des Lenkwellenrohlings zu verhindern, ist während des Umformvorgangs in dem Inneren des Lenkwellenrohlings ein Dorn angeordnet, welcher die Wand des Lenkwellenrohlings in radialer Richtung gegen Ausknicken abstützt.

[0005] Insbesondere in Kombination miteinander können die axiale Kraftbeaufschlagung des Lenkwellenrohlings durch die Umformmatrize und die bearbeitungsbedingte Längung des Lenkwellenrohlings zu einer Stauchung des Lenkwellenrohlings beziehungsweise der Lenkwelle in dem Bereich zwischen der Umformmatrize und dem axialen Anschlag für den Lenkwellenrohling führen.

[0006] Ausgehend von dem gattungsgemäßen Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Umformvorrichtung und ein Umformverfahren mit erhöhter Funktionssicherheit bereitzustellen.

[0007] Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch die Umformvorrichtung gemäß Patentanspruch 1 und durch das Umformverfahren gemäß Patentanspruch 9.

[0008] Gemäß Patentanspruch 1 wird ein innerer Stützkörper, der außerdem dazu dient, die Hohlkörperwand während des Umformvorgangs in radialer Richtung abzustützen, als axiales Zusatzwiderlager für den umzuformenden Hohlkörper genutzt. Während des Umformprozesses lagert der innere Stützkörper den Hohlkörper an einer Stelle, die längs der Hohlkörperachse an der von dem axialen Hohlkörperwiderlager abliegenden Seite derjenigen Stelle angeordnet ist, an welcher der Hohlkörper durch das insbesondere als formgebende Verzahnung ausgebildete Umformorgan der Umformmatrize in axialer Richtung gegen das axiale Hohlkörperwi-

derlager druckbeaufschlagt wird. Als axiales Zusatzwiderlager stützt der innere Stützkörper ebenso wie das axiale Hohlkörperwiderlager den umzuformenden Hohlkörper in Gegenrichtung der von der Umformmatrize ausgeübten axialen Druckbeaufschlagung des umzuformenden Hohlkörpers ab. Dadurch verteilt sich die von der Umformmatrize in axialer Richtung auf den umzuformenden Hohlkörper ausgeübte Kraft auf das axiale Hohlkörperwiderlager und das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager und das axiale Hohlkörperwiderlager sowie der zwischen der Umformmatrize und dem axialen Hohlkörperwiderlager angeordnete Teil des umzuformenden Hohlkörpers werden druckentlastet.

[0009] Aufgrund der axialen Abstützung durch das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager wirkt auf den Hohlkörper während des Umformvorgangs zusätzlich zu der Druckkraft, die von der Umformmatrize zu dem axialen Hohlkörperwiderlager hin gerichtet ist, eine dieser Druckkraft entgegengerichtete Zugkraft. Die Zugkraft bewirkt, dass wenigstens ein Teil desjenigen Materials des Hohlkörpers, welches während des Umformvorgangs durch das in die Hohlkörperwand eingreifende Umformorgan der Umformmatrize verdrängt wird, sich nicht dauerhaft zwischen der Umformmatrize und dem axialen Hohlkörperwiderlager aufbaut sondern stattdessen quasi durch die Umformmatrize hindurch gezogen wird und folglich zu der von dem axialen Hohlkörperwiderlager abliegenden Seite derjenigen Stelle gelangt, an welcher der Hohlkörper durch das Umformorgan der Umformmatrize in Richtung auf das axiale Hohlkörperwiderlager druckbeaufschlagt wird. Der innere Stützkörper der erfindungsgemäßen Umformvorrichtung kann dabei ein Ausweichen des infolge des Umformvorgangs verdrängten Materials des Hohlkörpers radial nach innen in das Hohlkörperinnere zumindest teilweise verhindern.

[0010] Im Interesse einer besonderen Funktionssicherheit und eines qualitativ besonders hochwertigen Ergebnisses des erfindungsgemäßen Umformverfahrens ist im Falle der Erfindung das axiale Hohlkörperwiderlager in der Richtung seiner axialen Druckbeaufschlagung nachgiebig ausgebildet. Dabei ist für das axiale Hohlkörperwiderlager eine Steuerungsvorrichtung vorgesehen, mittels derer die in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers in Abhängigkeit von dem Betrag der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers steuerbar ist. Durch ein gesteuertes, überlastbedingtes Ausweichen des axialen Hohlkörperwiderlagers längs der Hohlkörperachse werden eine zu starke Druckbeanspruchung und ein damit gegebenenfalls verbundenes unerwünschtes Stauchen des umzuformenden Hohlkörpers zwischen der Umformmatrize und dem axialen Hohlkörperwiderlager zuverlässig verhindert. Dessen ungeachtet stützt das axiale Hohlkörperwiderlager den umzuformenden Hohlkörper hinreichend ab, damit die zum Umformen des Hohlkörpers erforderliche Relativbewegung der Umformmatrize und des an dem axialen Hohlkörperwiderlager abgestützten Hohlkörpers

ausgeführt werden kann. Ein Ausweichen des axialen Hohlkörperwiderlagers längs der Hohlkörperachse kann während des gesamten aber auch nur während eines Teils des Umformprozesses möglich sein. Insbesondere ist es erfindungsgemäß denkbar, dass das axiale Hohlkörperwiderlager während eines axialen Umformhubs zum Erstellen eines dem stützkörperseitigen axialen Zusatzwiderlager zugeordneten Vorsprungs der Hohlkörperwand und/oder während der Anfangsphase der Umformung der Hohlkörperaußenseite in axialer Richtung starr ist.

[0011] Alles in allem wird eine Stauchung des Hohlkörpers in dem Bereich zwischen der Umformmatrize und dem axialen Hohlkörperwiderlager verhindert und eine funktionssichere Umformung des Hohlkörpers mit einem qualitativ hochwertigen Umformungsergebnis wird gewährleistet. Insbesondere eignen sich die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren für das Umformen dünnwandiger Hohlkörper, die aufgrund ihrer relativ geringen Wandsteifigkeit in besonderem Maße zu einer bearbeitungsbedingten Deformation neigen. Unabhängig von der Dicke der Hohlkörperwand können rohrartige Hohlkörper, also Hohlkörper, deren Länge größer ist als der Querschnitt, aber auch andersartige Hohlkörper bearbeitet werden. Die zur Umformung des Hohlkörpers auszuführende axiale Umformbewegung kann dadurch erzeugt werden, dass sich bei ortsfestem axialem Hohlkörperwiderlager das Umformorgan der Umformmatrize oder bei ortsfestem Umformorgan der Umformmatrize das axiale Hohlkörperwiderlager längs der Hohlkörperachse bewegt oder dadurch, dass sich sowohl das Umformorgan der Umformmatrize als auch das axiale Hohlkörperwiderlager in axialer Richtung bewegen.

[0012] Besondere Ausführungsarten der Erfindung gemäß den unabhängigen Patentansprüchen 1 und 9 ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 8 und 10 bis 12.

[0013] An der erfindungsgemäßen Umformvorrichtung wird ein umzuformender Hohlkörper durch das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager bevorzugt formschlüssig gelagert. Gemäß Patentanspruch 2 ist das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager zu diesem Zweck durch eine Widerlagerfläche des inneren Stützkörpers gebildet, die sich in Querrichtung der Hohlkörperachse erstreckt und die während des Umformvorgangs mit einem entsprechenden in das Hohlrauminnere vorstehenden Vorsprung der Hohlkörperwand zusammenwirkt. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Umformverfahrens kann die Hohlkörperwand vor Beginn der axialen Umformbewegung mit dem in das Hohlkörperinnere vorstehenden Vorsprung versehen werden, der während des anschließenden Umformvorgangs mit der Widerlagerfläche des inneren Stützkörpers zusammenwirkt (Patentanspruch 10). Die Widerlagerfläche an dem inneren Stützkörper und der in das Hohlkörperinnere vorstehende Vorsprung der Hohlkörperwand können senkrecht aber beispielsweise auch unter einem spitzen Winkel zu

der Hohlkörperachse verlaufen.

[0014] In bevorzugter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Umformverfahrens wird die Hohlkörperwand vor Beginn der axialen Umformbewegung durch Umformen der Hohlkörperwand mit dem in das Hohlkörperinnere vorstehenden Vorsprung versehen (Patentanspruch 11).

[0015] Dabei ist ausweislich Patentanspruch 12 insbesondere vorgesehen, dass der an der Hohlkörperwand in das Hohlkörperinnere vorstehende und während des Umformvorgangs an dem stützkörperseitigen axialen Zusatzwiderlager in axialer Richtung abgestützte Vorsprung der Hohlkörperwand mittels einer Umformvorrichtung einer Umformeinheit erstellt wird, die zusätzlich zu dem zur Bearbeitung der Außenseite des Hohlkörpers dienenden Umformorgan der Umformmatrize eine weitere Umformvorrichtung zur Erstellung des in das Hohlkörperinnere weisenden Wandvorsprungs umfasst. Die Umformeinheit und das axiale Hohlkörperwiderlager werden mit einem, vorzugsweise kontinuierlichen, axialen Arbeitshub längs der Hohlkörperachse aufeinander zu bewegt. Der axiale Arbeitshub umfasst einen ersten axialen Umformhub, bei welchem mittels der weiteren Umformvorrichtung an der Hohlkörperwand der in das Hohlkörperinnere vorstehende Vorsprung erstellt wird. Bei einem sich an den ersten axialen Umformhub insbesondere kontinuierlich anschließenden zweiten axialen Umformhub wird der Hohlkörper mittels des Umformorgans der Umformmatrize an seiner Außenseite umgeformt.

[0016] Es ist erfindungsgemäß möglich, dass der Hohlkörper bereits während des ersten axialen Umformhubs an dem stützkörperseitigen axialen Zusatzwiderlager in axialer Richtung abgestützt ist. In jedem Fall besteht eine derartige Abstützung während des zweiten axialen Umformhubs.

[0017] Im Falle der erfindungsgemäßen Umformvorrichtung gemäß Patentanspruch 3 ist als innerer Stützkörper ein Dorn vorgesehen, der mittels eines, vorzugsweise motorischen, Dornantriebs längs der Hohlkörperachse in eine Funktionsstellung in dem Hohlkörperinneren zustellbar ist, in welcher der Dorn den Hohlkörper in radialer Richtung der Hohlkörperachse abstützt und gleichzeitig das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager für den Hohlkörper ausbildet. Der Querschnitt des Dorns ist derart bemessen, dass er eine axiale Bewegung des Dorns in dem Hohlkörperinneren zulässt und dass der Dorn gleichzeitig die ihm zugedachte Stützfunktion ausüben kann.

[0018] Als Grundlage für die Steuerung der in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers bestehenden Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers kommen verschiedene Parameter in Frage.

[0019] Im Falle der Erfindungsbauart gemäß Patentanspruch 4 erfolgt die Steuerung der Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers längs der Hohlkörperachse kraftabhängig. Die zur Steuerung der Nachgiebigkeit

des axialen Hohlkörperwiderlagers vorgesehene, vorzugsweise numerische, Steuerungsvorrichtung weist eine Kraftmessvorrichtung auf, mittels derer der Betrag einer Druckkraft messbar ist, mit welcher das axiale Hohlkörperwiderlager aufgrund des Umformvorgangs in axialer Richtung druckbeaufschlagt ist. In Abhängigkeit von dem gemessenen Betrag der Druckkraft wird die in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers gesteuert. Bei Überschreiten eines insbesondere empirisch definierten Grenzwertes der Druckbeaufschlagung des Hohlkörpers beziehungsweise des axialen Hohlkörperwiderlagers, weicht das axiale Hohlkörperwiderlager in der Richtung der Druckbeaufschlagung aus, bis der Betrag der Druckbeaufschlagung auf ein zulässiges Niveau gesunken ist. In numerischen Steuerungsvorrichtungen kann der Grenzwert der Druckbeaufschlagung des Hohlkörpers beziehungsweise des axialen Hohlkörperwiderlagers vor Beginn des Umformprozesses hinterlegt werden. Als Kraftmessvorrichtung kommen beispielsweise herkömmliche Kraftsensoren in Frage, deren Messwerte rechnergestützt ausgewertet und in eine geeignete Steuerung der Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers umgesetzt werden.

[0020] Ergänzend oder alternativ zu einer kraftabhängigen Steuerung weist die im Falle der erfindungsgemäßen Umformvorrichtung nach Patentanspruch 5 vorgesehene Steuerungsvorrichtung für das axiale Hohlkörperwiderlager eine Wegmessvorrichtung auf, mittels derer ein momentaner Betrag der von der Umformmatrize und dem axialen Hohlkörperwiderlager relativ zueinander ausgeführten axialen Umformbewegung messbar ist. In Abhängigkeit von dem gemessenen momentanen Betrag der axialen Umformbewegung wird die längs der Hohlkörperachse bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers durch die Steuerungsvorrichtung gesteuert.

[0021] Bei welchem Betrag der auf das axiale Hohlkörperwiderlager und den daran abgestützten Hohlkörper wirkenden Druckkraft und/oder bei welchem momentanen Betrag der axialen Umformbewegung das axiale Hohlkörperwiderlager welche Position längs der Hohlkörperachse einzunehmen hat, kann erfindungsgemäß insbesondere empirisch festgelegt werden. Zu berücksichtigen sind insbesondere die relevanten Materialeigenschaften des zu bearbeitenden Hohlkörpers.

[0022] Zur Realisierung der Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers längs der Hohlkörperachse bieten sich erfindungsgemäß verschiedene Möglichkeiten. Denkbar ist beispielsweise ein axiales Hohlkörperwiderlager, das sich unter der Wirkung seiner durch den Umformvorgang bedingten Druckbeaufschlagung längs der Hohlkörperachse mehr oder weniger stark verformt.

[0023] Erfindungsgemäß bevorzugt wird die Umformvorrichtung gemäß Patentanspruch 6, an welcher für das axiale Hohlkörperwiderlager ein Stellantrieb vorgesehen ist, mittels dessen das axiale Hohlkörperwiderlager längs

der Hohlkörperachse relativ zu der Umformmatrize zu stellbar ist. Eine gesteuerte Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers längs der Hohlkörperachse wird dadurch realisiert, dass die Steuerungsvorrichtung für das axiale Hohlkörperwiderlager den Stellantrieb beispielsweise kraftabhängig und/oder wegabhängig steuert und der gesteuerte Stellantrieb das axiale Hohlkörperwiderlager längs der Hohlkörperachse relativ zu der Umformmatrize zustellt.

[0024] Der Stellantrieb für das axiale Hohlkörperwiderlager ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung als Kolben-Zylinder-Antrieb ausgebildet (Patentanspruch 7).

[0025] Erfindungsgemäß kann dabei insbesondere der Kolben oder der Zylinder des Kolben-Zylinder-Abtriebs unmittelbar als axiales Hohlkörperwiderlager genutzt werden (Patentanspruch 8). Von besonderem Vorteil ist die Verwendung eines Kurzhubzylinders, der längs der Hohlkörperachse einen Hub von maximal 20 bis 25 Millimetern ausführen kann. Aufgrund eines entsprechenden Hubs des Kurzhubzylinders kann das axiale Hohlkörperwiderlager auch eine sich zwischen der Umformmatrize und dem axialen Hohlkörperwiderlager aufgrund des Umformvorgangs ergebende Längung des Hohlkörpers mitvollziehen. Längt sich der Hohlkörper um einen bestimmten Betrag, so wird durch Betätigen des Kurzhubzylinders der längs der Hohlkörperachse bestehende Abstand der Umformmatrize und des axialen Hohlkörperwiderlagers um einen entsprechenden Betrag vergrößert.

[0026] Die als Stellantrieb für das axiale Hohlkörperwiderlager vorgesehene Kolben-Zylinder-Anordnung kann eine Mehrfachfunktion übernehmen. So kann die Kolben-Zylinder-Anordnung beispielsweise als Stellantrieb zur Anpassung der längs der Hohlkörperachse bestehenden Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers und außerdem dazu dienen, der Umformvorrichtung einen umzuformenden Hohlkörper zuzuführen. Andere Bauarten des Stellantriebs für das axiale Hohlkörperwiderlager sind denkbar. In Frage kommt beispielsweise auch ein gesteuerter Spindelantrieb, insbesondere ein Hohlspindelantrieb, für das axiale Hohlkörperwiderlager.

[0027] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer beispielhaften schematischen Darstellung näher erläutert.

[0028] Die Abbildung zeigt eine Umformvorrichtung 1, die bei der Herstellung einer hohlen Nockenwelle eingesetzt wird und dabei dazu dient, an einem Hohlkörper in Form eines Wellenrohlings 2 durch Axialformen eine Außenverzahnung zu erstellen.

[0029] Die Umformvorrichtung 1 umfasst eine Umformmatrize 3 mit einer Matrizenöffnung 4, ein axiales Hohlkörperwiderlager 5, eine Führungsbuchse 6, eine Dornanordnung 7 sowie einen lediglich andeutungsweise dargestellten Vorschubantrieb 8.

[0030] Die Matrizenöffnung 4 ist an ihrem Umfang mit Zähnen 9 einer als Umformorgan dienenden formgeben-

den Verzahnung 10 versehen. In dem dargestellten Betriebszustand der Umformvorrichtung 1 nimmt die Umformmatrize 3 längs einer Hohlkörperachse 11 des Wellenrohrlings 2 eine Position ein, bei welcher die sich längs der Hohlkörperachse 11 erstreckenden Zähne 9 der formgebenden Verzahnung 10 noch nicht in eine als Hohlkörperwand vorgesehene Wand 12 des Wellenrohrlings 2 eingreifen.

[0031] Die Führungsbuchse 6 umschließt mit einer konzentrisch mit der Hohlkörperachse 11 verlaufenden Wand 13 einer Führungsöffnung 14 einen Außenbund 15 des Wellenrohrlings 2. Das axiale Hohlkörperwiderlager 5 liegt an dem der Umformmatrize 3 gegenüberliegenden Längsende des Wellenrohrlings 2 stirnseitig an dem Außenbund 15 des Wellenrohrlings 2 an.

[0032] Ein als innerer Stützkörper vorgesehener Dorn 16 der Dornanordnung 7 ist in einem Hohlkörperinneren 17 des Wellenrohrlings 2 längs der Hohlkörperachse 11 in eine Position bewegt, in welcher eine konische Widerlagerfläche 18 des Dorns 16 von einem in radialer Richtung nach innen vorstehenden Vorsprung 19 der Wand 12 des Wellenrohrlings 2 geringfügig beabstandet ist. Ebenso wie das Hohlkörperinnere 17 besitzt der Dorn 16 einen kreisförmigen Querschnitt. Der Durchmesser des Dorns 16 ist geringfügig kleiner als der Durchmesser des Hohlkörperinneren 17.

[0033] Stark schematisch dargestellt sind ein Dornantrieb 20, mittels dessen der Dorn 16 längs der Hohlkörperachse 11 in die dargestellte Position bewegt worden ist sowie ein für das axiale Hohlkörperwiderlager 5 vorgesehener Stellantrieb 21 mit einer numerischen Steuerungsvorrichtung 22. Bei dem Dornantrieb 20, bei dem Stellantrieb 21 für das axiale Hohlkörperwiderlager 5 und bei dem Vorschubantrieb 8 für die Umformmatrize 3 handelt es sich in dem dargestellten Beispielsfall jeweils um einen herkömmlichen hydraulischen Antrieb. Andere Antriebsbauarten, beispielsweise ein oder mehrere Spindelantriebe, sind denkbar.

[0034] Der Vorsprung 19 an der Wand 12 des Wellenrohrlings 2 ist im vorliegenden Fall abseits der Umformvorrichtung 1 in einem separaten Arbeitsgang erstellt worden. Die Außenverzahnung ist an dem Wellenrohrling 2 in einen Längenabschnitt 23 der Wand 12 einzuarbeiten, der eine größere Wanddicke besitzt als ein Längenabschnitt 24 der Wand 12, der seinerseits zwischen dem Längenabschnitt 23 der Wand 12 einerseits und dem Außenbund 15 des Wellenrohrlings 2 andererseits angeordnet ist.

[0035] Abweichend von den dargestellten Verhältnissen besteht bei entsprechender Gestaltung der Umformvorrichtung die Möglichkeit, in einem Arbeitsgang einen in das Innere eines Wellenrohrlings vorstehenden Wandvorsprung zu erzeugen und daran anschließend den Wellenrohrling mit einer Außenverzahnung zu versehen.

[0036] Zur Erzeugung der gewünschten Außenverzahnung an dem Wellenrohrling 2 wird die Umformmatrize 3 ausgehend von den dargestellten Verhältnissen mittels des Vorschubantriebs 8 mit einer axialen Umform-

bewegung in einer Umformrichtung (Pfeil 25) längs der Hohlkörperachse 11 in der Abbildung nach rechts und dabei relativ zu dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 und dem an dem axialen Hohlkörperwiderlager abgestützten Wellenrohrling 2 bewegt. In der ersten Phase der axialen Bewegung der Umformmatrize 3 greift die formgebende Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 aufgrund der konischen Form des in der Abbildung linken Längsendes des Wellenrohrlings 2 noch nicht in die Wand 12 des Wellenrohrlings 2 ein. Bei fortgesetzter Relativbewegung der Umformmatrize 3 gegenüber dem Wellenrohrling 2 gelangen die Zähne 9 der an der Umformmatrize 3 vorgesehenen formgebenden Verzahnung 10 an der Außenseite des Wellenrohrlings 2 in Eingriff mit dem Längenabschnitt 23 der Wand 12 des Wellenrohrlings 2.

[0037] In der ersten Phase der axialen Bewegung der Umformmatrize 3, während derer die formgebende Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 den Wellenrohrling 2 noch nicht beaufschlagt, wird mittels des Dornantriebs 20 der Dorn 16 in dem Hohlkörperinneren 17 des Wellenrohrlings 2 in Gegenrichtung der Umformrichtung 25 bewegt, bis die konische Widerlagerfläche 18 an dem Vorsprung 19 der Wand 12 des Wellenrohrlings 2 anliegt. Bereits bei Beginn des Eingriffs der formgebenden Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 in die Wand 12 des Wellenrohrlings 2 und dem damit verbundenen Beginn der in Richtung auf das axiale Hohlkörperwiderlager 5 wirkenden Druckbeaufschlagung des Wellenrohrlings 2 durch die formgebende Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 ist der Wellenrohrling 2 folglich an der konischen Widerlagerfläche 18 des Dorns 16 axial abgestützt.

[0038] Aus der durch die Umformmatrize 3 auf den Wellenrohrling 2 in axialer Richtung ausgeübten Druckkraft resultiert zum einen eine axiale Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 durch den Wellenrohrling 2. Zum andern wird der Wellenrohrling 2 unter der Wirkung der von der Umformmatrize 3 in axialer Richtung auf den Wellenrohrling 2 ausgeübten Druckkraft in axialer Richtung gegen die konische Widerlagerfläche 18 an dem längs der Hohlkörperachse 11 stationären Dorn 16 gedrückt. Die konische Widerlagerfläche 18 an dem Dorn 16 bildet dementsprechend für den Wellenrohrling 2 ein zusätzlich zu dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 vorgesehenes stützkörperseitiges axiales Zusatzwiderlager aus. Außerdem stützt der Dorn 16 die Wand 12 des Wellenrohrlings 2 in radialer Richtung der Hohlkörperachse 11 gegen ein seitliches Ausknicken und auch gegen Stauchen ab.

[0039] In der Abbildung links der Stelle der Beaufschlagung des Wellenrohrlings 2 durch die formgebende Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 wird die Wand 12 des Wellenrohrlings 2 in axialer Richtung auf Zug beansprucht, während rechts der genannten Beaufschlagungsstelle eine axiale Druckbeaufschlagung der Wand 12 des Wellenrohrlings 2 durch die Umformmatrize und in der Folge eine axiale Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 durch den Wellenrohrling 2 erfolgt. Die Stelle, an welcher die konische Widerlager-

fläche 18 des Dorns 16 den Wellenrohling 2 an dem Vorsprung 19 der Wand 12 abstützt, ist gegenüber der Beaufschlagungsstelle, an welcher die formgebende Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 den Wellenrohling 2 in axialer Richtung druckbeaufschlagt, entgegen der Umformrichtung 25 versetzt und befindet sich an der von dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 längs der Hohlkörperachse 11 abliegenden Seite der genannten Beaufschlagungsstelle.

[0040] Infolge der fortschreitenden Bewegung der Umformmatrize 3 in der Umformrichtung 25 wird durch die formgebende Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 mehr und mehr Material des Wellenrohlings 2 verdrängt. In den Zahnzwischenräumen der formgebenden Verzahnung 10 bilden sich die Zähne der zu erstellenden Verzahnung aus. Außerdem baut sich von der formgebenden Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 verdrängtes Material des Wellenrohlings 2 an der zu dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 hin weisenden Seite der Umformmatrize 3 auf. Ein anderer Teil des von der formgebenden Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 verdrängten Materials des Wellenrohlings 2 wird infolge derarbeitungsbedingten Zugbeanspruchung des Wellenrohlings 2 an der in der Abbildung linken Seite der Umformmatrize 3 aus dem Bereich rechts der Umformmatrize 3 durch die Umformmatrize 3 hindurch in den Bereich links der Umformmatrize 3 abgezogen.

[0041] Aufgrund der zu dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 hin gerichteten Druckbeaufschlagung des Wellenrohlings 2 und infolge des Aufbaus von verdrängtem und eine Längung des Wellenrohlings bewirkendem Material des Wellenrohlings 2 an der in der Abbildung rechten Seite der Umformmatrize 3 besteht die Gefahr einer unerwünschten Stauchung des Wellenrohlings 2 in dem druckbeaufschlagten Teil des Wellenrohlings 2 zwischen der Stelle der Beaufschlagung des Wellenrohlings 2 durch die formgebende Verzahnung 10 der Umformmatrize 3 einerseits und dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 andererseits.

[0042] Zur Vermeidung einer Stauchung des Wellenrohlings 2 ist das axiale Hohlkörperwiderlager 5 in der Richtung seiner axialen Druckbeaufschlagung gesteuert nachgiebig. Zu diesem Zweck wird das axiale Hohlkörperwiderlager 5 mittels des Stellantriebs 21 längs der Hohlkörperachse 11 in der Abbildung nach rechts zugestellt. Der Betrag der Zustellbewegung des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 wird dabei durch die Steuerungsvorrichtung 22 definiert, welche den Stellantrieb 21 entsprechend ansteuert. Als Parameter für die Steuerung des Stellantriebs 21 nutzt die Steuerungsvorrichtung 22 im vorliegenden Fall die in axialer Richtung auf das axiale Hohlkörperwiderlager 5 wirkende Druckkraft, die mittels einer Kraftmessvorrichtung in Form eines in der Abbildung angedeuteten Kraftsensors 26 herkömmlicher Bauart gemessen wird.

[0043] Durch die kraftabhängige Steuerung der in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 bestehenden Nachgiebigkeit

des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 wird dafür gesorgt, dass die axiale Druckbeaufschlagung des Wellenrohlings 2 einen in der Steuerungsvorrichtung 22 hinterlegten und den Beginn einer unerwünschten axialen Stauchung des Wellenrohlings 2 markierenden Grenzwert nicht überschreitet. Gleichzeitig ist die Steuerung der in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 bestehenden Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 derart ausgelegt, dass die für die Umformung des Wellenrohlings 2 erforderliche Relativbewegung der Umformmatrize 3 und des an dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 abgestützten Wellenrohlings 2 gewährleistet ist.

[0044] Eine Längung des Wellenrohlings 2 in dem Bereich zwischen der Umformmatrize 3 und dem axialen Hohlkörperwiderlager 5 wird dadurch kompensiert, dass das axiale Hohlkörperwiderlager 5 um eine entsprechend bemessene Weglänge in der Abbildung nach rechts verstellt wird. Eine mit einer Längung des Wellenrohlings 2 verbundene axiale Bewegung des Außenbunds 15 des Wellenrohlings 2 wird durch die Führungsbuchse 6 der Umformvorrichtung 1 geführt.

[0045] Ergänzend oder alternativ ist auch eine Wegsteuerung der Zustellbewegung des axialen Hohlkörperwiderlagers 5 denkbar. Als Parameter für die Steuerung des Stellantriebs 21 wäre in diesem Fall der mittels einer entsprechenden Wegmessvorrichtung zu bestimmende Betrag der axialen Umformbewegung der Umformmatrize 3 heranzuziehen. Mit zunehmendem Betrag der axialen Umformbewegung nimmt auch die mit der Umformung verbundene Druckbeaufschlagung des Wellenrohlings 2 in Richtung auf das axiale Hohlkörperwiderlager 5 zu. In Abhängigkeit von dem Fortschritt der axialen Umformbewegung der Umformmatrize 3 ist dementsprechend das axiale Hohlkörperwiderlager 5 mittels des gesteuerten Stellantriebs 21 in der Umformrichtung 25 zuzustellen. Während der in dem vorliegenden Beispielsfall bis zum Beginn des Eingriffs der formgebenden Verzahnung 10 in die Wand 12 des Wellenrohlings 2 ausgeführten Bewegung der Umformmatrize 3 ist das axiale Hohlkörperwiderlager 5 in der Bewegungsrichtung der Umformmatrize 3 ortsunveränderlich.

[0046] Der Umformvorgang endet, sobald die Umformmatrize 3 mit der formgebenden Verzahnung 10 in dem Längenabschnitt 24 des Wellenrohlings 2 angelangt ist und folglich der Längenabschnitt 23 des Wellenrohlings 2 über seine gesamte Länge mit der gewünschten Außenverzahnung versehen ist.

[0047] In dem beschriebenen Beispielsfall wird mittels der Umformvorrichtung 1 ein Wellenrohling bearbeitet, an welchem eine Außenverzahnung lediglich an einem einzelnen Wandabschnitt mit größerer Wanddicke zu erzeugen ist. Darüber hinaus eignet sich die Umformvorrichtung 1 auch dazu, Wellenrohlinge an mehreren in Umformrichtung aufeinanderfolgenden Wandabschnitten größerer Wanddicke mit einer Außenverzahnung zu versehen, wobei zwischen einander benachbarten Wandabschnitten mit größerer Wanddicke ein

Wandabschnitt mit kleinerer Wanddicke vorgesehen ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Umformen eines, vorzugsweise rohrartigen, Hohlkörpers (2), der eine Hohlkörperwand (12), ein von der Hohlkörperwand (12) begrenztes Hohlkörperinneres (17) sowie eine senkrecht zu einem Hohlkörperquerschnitt verlaufende Hohlkörperachse (11) aufweist,

- mit einer Umformmatrize (3), die eine Matrizenöffnung (4) sowie ein an der Matrizenöffnung (4) vorgesehenes Umformorgan (10) aufweist,
- mit einem axialen Hohlkörperwiderlager (5),
- mit einem Vorschubantrieb (8), mittels dessen die Umformmatrize (3) und das axiale Hohlkörperwiderlager (5) mit einer axialen Umformbewegung aufeinander zu bewegbar sind, wobei bei einem Umformvorgang die Umformmatrize (3) auf dem umzuformenden Hohlkörper (2) aufsitzt und mit dem Umformorgan (10) an der Außenseite des Hohlkörpers (2) in die Hohlkörperwand (12) eingreift, wobei bei dem Umformvorgang die Umformmatrize (3) und das axiale Hohlkörperwiderlager (5) mit der axialen Umformbewegung unter Umformung des Hohlkörpers (2) längs der Hohlkörperachse (11) aufeinander zu bewegbar sind und wobei bei dem Umformvorgang das axiale Hohlkörperwiderlager (5) durch den Hohlkörper (2), aufgrund einer an einer Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers (2) erfolgenden Beaufschlagung durch das in die Hohlkörperwand (12) eingreifende Umformorgan (10) der Umformmatrize (3), in axialer Richtung druckbeaufschlagt und der Hohlkörper (2) durch das axiale Hohlkörperwiderlager (5) in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) abgestützt ist, sowie
- mit einem inneren Stützkörper (16), welcher dem Hohlkörperinneren (17) zugeordnet ist, der bei dem Umformvorgang in dem Hohlkörperinneren (17) angeordnet ist und die Hohlkörperwand (12) in radialer Richtung der Hohlkörperachse abstützt (11) und der außerdem ein stützkörperseitiges axiales Zusatzwiderlager (18) für den Hohlkörper (2) ausbildet,
- wobei bei dem Umformvorgang das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager (18) für den Hohlkörper (2) an der von dem axialen Hohlkörperwiderlager (5) längs der Hohlkörperachse (11) abliegenden Seite der Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers (2) angeordnet ist und, bei gleichzeitiger Abstützung des Hohlkörpers (2) durch das axiale Hohlkörperwiderlager (5), den Hohlkörper (2) in Gegenrichtung der axialen

Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) abstützt

dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 für das axiale Hohlkörperwiderlager (5) eine Steuerungsvorrichtung (22) vorgesehen ist, mittels derer eine in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) in Abhängigkeit von dem Betrag der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) steuerbar ist.
- 10 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager (18) durch eine Widerlagerfläche des inneren Stützkörpers (16) gebildet ist, die sich in Querrichtung der Hohlkörperachse (11) erstreckt.
- 20 3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als innerer Stützkörper (16) ein Dorn vorgesehen ist, der mittels eines, vorzugsweise motorischen, Dornantriebs (20) längs der Hohlkörperachse (11) in eine Funktionsstellung in dem Hohlkörperinneren (17) zustellbar ist, in welcher der Dorn (16) die Hohlkörperwand (12) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (11) abstützt und gleichzeitig das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager (18) für den Hohlkörper (2) ausbildet.
- 25 4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsvorrichtung (22) für das axiale Hohlkörperwiderlager (5) eine Kraftmessvorrichtung (26) aufweist, mittels derer der Betrag einer Druckkraft messbar ist, mit welcher das axiale Hohlkörperwiderlager (5) durch den Hohlkörper (2) in axialer Richtung druckbeaufschlagt ist und dass mittels der Steuerungsvorrichtung (22) die in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) in Abhängigkeit von dem gemessenen Betrag der Druckkraft steuerbar ist.
- 30 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsvorrichtung (22) für das axiale Hohlkörperwiderlager (5) eine Wegmessvorrichtung aufweist, mittels derer ein momentaner Betrag der von der Umformmatrize (3) und dem axialen Hohlkörperwiderlager (5) relativ zueinander ausgeführten axialen Umformbewegung messbar ist und dass mittels der Steuerungsvorrichtung (22) die in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) in Abhängigkeit von dem gemessenen momentanen Betrag der axi-

alen Umformbewegung steuerbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das axiale Hohlkörperwiderlager (5) ein Stellantrieb (21) vorgesehen ist, mittels dessen das axiale Hohlkörperwiderlager (5) längs der Hohlkörperachse (11) relativ zu der Umformmatrize (3) zustellbar ist und dass mittels der Steuerungsvorrichtung (22) die in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) steuerbar ist, indem die Steuerungsvorrichtung (22) den Stellantrieb (21) steuert und das axiale Hohlkörperwiderlager (5) mittels des gesteuerten Stellantriebs (21) längs der Hohlkörperachse (11) relativ zu der Umformmatrize (3) zustellbar ist.

5
10
15
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (21) als Kolben-Zylinder-Antrieb ausgebildet ist.

20
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als axiales Hohlkörperwiderlager (5) der Kolben oder der Zylinder des Kolben-Zylinder-Antriebs vorgesehen ist.

25
9. Verfahren zum Umformen eines, vorzugsweise rohrartigen, Hohlkörpers (2), der eine Hohlkörperwand (12), ein von der Hohlkörperwand (12) begrenztes Hohlkörperinneres (17) sowie eine senkrecht zu einem Hohlkörperquerschnitt verlaufende Hohlkörperachse (11) aufweist, im Rahmen dessen

30

 - eine Umformmatrize (3), die eine Matrizenöffnung (4) sowie ein an der Matrizenöffnung (4) vorgesehenes Umformorgan (10) aufweist, und ein axiales Hohlkörperwiderlager (5) mit einer axialen Umformbewegung unter Umformung des Hohlkörpers (2) längs der Hohlkörperachse (11) aufeinander zu bewegt werden, wobei die Umformmatrize (3) auf einem umzuformenden Hohlkörper (2) aufsitzt und mit dem Umformorgan (10) an der Außenseite des Hohlkörpers (2) mit dem Umformorgan (10) in die Hohlkörperwand (12) eingreift und wobei das axiale Hohlkörperwiderlager (5) durch den Hohlkörper (2), aufgrund einer an einer Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers (2) erfolgenden Beaufschlagung durch das in die Hohlkörperwand (17) eingreifende Umformorgan (10) der Umformmatrize (3), in axialer Richtung druckbeaufschlagt und der Hohlkörper (2) durch das axiale Hohlkörperwiderlager (5) in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) abgestützt wird,

35
40
45
50
55
 - ein innerer Stützkörper (16) für den Hohlkörper (2) in dem Hohlkörperinneren (17) derart ange-

ordnet wird, dass der innere Stützkörper (16) die Hohlkörperwand (17) in radialer Richtung der Hohlkörperachse (11) abstützt,

- ein von dem inneren Stützkörper (16) ausgebildetes stützkörperseitiges axiales Zusatzwiderlager (18) an der von dem axialen Hohlkörperwiderlager (5) längs der Hohlkörperachse (11) abliegenden Seite der Beaufschlagungsstelle des Hohlkörpers (2) angeordnet wird und
- der Hohlkörper (2), bei gleichzeitiger Abstützung des Hohlkörpers (2) durch das axiale Hohlkörperwiderlager (5), mittels des stützkörperseitigen axialen Zusatzwiderlagers (18) in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des Hohlkörperwiderlagers (5) abgestützt wird

dadurch gekennzeichnet, dass

eine in der Richtung der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) bestehende Nachgiebigkeit des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) mittels einer für das axiale Hohlkörperwiderlager (5) vorgesehenen Steuerungsvorrichtung (22) in Abhängigkeit von dem Betrag der axialen Druckbeaufschlagung des axialen Hohlkörperwiderlagers (5) gesteuert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkörperwand (12) vor Beginn der axialen Umformbewegung mit einem in das Hohlkörperinnere (17) vorstehenden Vorsprung (19) versehen wird, an welchem der Hohlkörper (2) während der axialen Umformbewegung durch das stützkörperseitige axiale Zusatzwiderlager (18) in Gegenrichtung der axialen Druckbeaufschlagung des Hohlkörperwiderlagers (5) abgestützt wird.

30
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkörperwand (12) vor Beginn der axialen Umformbewegung mit dem in das Hohlkörperinnere (17) vorstehenden Vorsprung (19) versehen wird, indem die Hohlkörperwand umgeformt wird.

40
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine das Umformorgan der Umformmatrize (3) sowie eine weitere Umformvorrichtung umfassende Umformeinheit und das axiale Hohlkörperwiderlager (3) mit einem kontinuierlichen axialen Arbeitshub längs der Hohlkörperachse (11) aufeinander zu bewegt werden und dass der kontinuierliche axiale Arbeitshub einen ersten axialen Umformhub sowie einen sich an den ersten axialen Umformhub kontinuierlich anschließenden zweiten axialen Umformhub umfasst, wobei bei dem ersten axialen Umformhub mittels der weiteren Umformvorrichtung der Umformeinheit an der Hohlkörperwand (12) der in das Hohlkörperinnere (17) vorstehende Vorsprung (19) erstellt wird und wobei als zweiter axialer

45
50
55

Umformhub die axiale Umformbewegung ausgeführt wird.

Claims

1. Device for shaping a, preferably tubular, hollow body (2) which has a hollow body wall (12), a hollow body interior (17) delimited by the hollow body wall (12), and a hollow body axis (11) which extends perpendicularly to a hollow body cross section,

- comprising a shaping die (3) which has a die opening (4) and a shaping means (10) provided on the die opening (4),
- comprising an axial hollow body abutment (5),
- comprising a feed drive (8), by means of which the shaping die (3) and the axial hollow body abutment (5) can be moved toward one another with an axial shaping movement, wherein, during a shaping process, the shaping die (3) is sitting on the hollow body (2) that is to be shaped and, on the outer face of the hollow body (2), engages in the hollow body wall (12) by means of the shaping means (10), and wherein, during the shaping process, the shaping die (3) and the axial hollow body abutment (5) being movable toward one another along the hollow body axis (11) with the axial shaping movement to shape the hollow body (2), and wherein, during the shaping process, the axial hollow body abutment (5) being pressurized in the axial direction by the hollow body (2) due to pressurization which takes place at a pressurization point of the hollow body (2) by means of the shaping means (10) of the shaping die (3) that engages in the hollow body wall (12), and the hollow body (2) being supported by the axial hollow body abutment (5) in the opposite direction to the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5), and
- comprising an inner support body (16) which is associated with the hollow body interior (17), which support body is arranged in the hollow body interior (17) during the shaping process and supports the hollow body wall (12) in the radial direction of the hollow body axis (11), and which also forms an axial auxiliary abutment (18), on the support body side, for the hollow body (2),
- the axial auxiliary abutment (18) for the hollow body (2), which is on the support body side, being arranged during the shaping process on the side of the pressurization point of the hollow body (2) that is remote from the axial hollow body abutment (5) along the hollow body axis (11), and supporting the hollow body (2) in the opposite direction to the axial pressurization of the

axial hollow body abutment (5) while the hollow body (2) is simultaneously supported by the axial hollow body abutment (5),

characterized in that

a control device is provided (22) for the axial hollow body abutment (5), by means of which a yieldingness of the axial hollow body abutment (5) in the direction of the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5) can be controlled depending on the amount of axial pressurization of the axial hollow body abutment (5).

2. Device according to claim 1, **characterized in that** the axial auxiliary abutment (18) on the support body side is formed by an abutment surface of the inner support body (16) that extends in a transverse direction to the hollow body axis (11).

3. Device according to either of the preceding claims, **characterized in that** a mandrel is provided as the inner support body (16) which, by means of a preferably motorized mandrel drive (20), can be positioned along the hollow body axis (11) into a functional position in the hollow body interior (17), in which functional position the mandrel (16) supports the hollow body wall (12) in the radial direction of the hollow body axis (11), and simultaneously forms the axial auxiliary abutment (18) for the hollow body (2) that is on the support body side.

4. Device according to claim 1, **characterized in that** the control device (22) for the axial hollow body abutment (5) has a force measuring device (26), by means of which the amount of compressive force with which the axial hollow body abutment (5) is pressurized in the axial direction by the hollow body (2) can be measured, and **in that** the yieldingness of the axial hollow body abutment (5) in the direction of the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5) can be controlled by means of the control device (22) depending on the amount of compressive force that is measured.

5. Device according to any of the preceding claims, **characterized in that** the control device (22) for the axial hollow body abutment (5) has a distance measuring device, by means of which an instantaneous amount of the axial shaping movement carried out by the shaping die (3) and the axial hollow body abutment (5) relative to one another can be measured, and **in that** the yieldingness of the axial hollow body abutment (5) in the direction of the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5) can be controlled by means of the control device (22) depending on the instantaneous amount of the axial shaping movement that has been measured.

6. Device according to any of the preceding claims, **characterized in that** a positioning drive (21) is provided for the axial hollow body abutment (5), by means of which positioning drive the axial hollow body abutment (5) can be positioned along the hollow body axis (11) relative to the shaping die (3), and **in that** the yieldingness of the axial hollow body abutment (5) in the direction of the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5) can be controlled by means of the control device (22) by the control device (22) controlling the positioning drive (21), and it is possible to move the axial hollow body abutment (5) along the hollow body axis (11) relative to the shaping die (3) by means of the controlled positioning drive (21).

7. Device according to claim 6, **characterized in that** the positioning drive (21) is designed as a piston-cylinder drive.

8. Device according to claim 7, **characterized in that** the piston or the cylinder of the piston-cylinder drive is provided as the axial hollow body abutment (5).

9. Method for shaping a, preferably tubular, hollow body (2) which has a hollow body wall (12), a hollow body interior (17) delimited by the hollow body wall (12), and a hollow body axis (11) which extends perpendicularly to a hollow body cross section, in the course of which method

- a shaping die (3), which has a die opening (4) and a shaping means (10) provided on the die opening (4), and an axial hollow body abutment (5) are moved toward one another along the hollow body axis (11) with an axial shaping movement to shape the hollow body (2), the shaping die (3) sitting on a hollow body (2) which is to be shaped and engaging with the shaping means (10) in the hollow body wall (12) on the outer face of the hollow body (2), and the axial hollow body abutment (5) being pressurized in the axial direction by the hollow body (2), due to pressurization which takes place at a pressurization point of the hollow body (2) by means of the shaping means (10) of the shaping die (3) that engages in the hollow body wall (12), and the hollow body (2) being supported by the axial hollow body abutment (5) in the opposite direction to the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5),
- an inner support body (16) for the hollow body (2) is arranged in the hollow body interior (17) such that the inner support body (16) supports the hollow body wall (17) in the radial direction of the hollow body axis (11),
- an axial auxiliary abutment (18) which is on the support body side and is formed by the inner

support body (16) is arranged on the side of the pressurization point of the hollow body (2) that is remote from the axial hollow body abutment (5) along the hollow body axis (11) and,

- while the hollow body (2) is simultaneously supported by the axial hollow body abutment (5), the hollow body (2) is supported in the opposite direction to the axial pressurization of the hollow body abutment (5) by means of the axial auxiliary abutment (18) on the support body side,

characterized in that

a yieldingness of the axial hollow body abutment (5) in the direction of the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5) is controlled by means of a control device (22) provided for the axial hollow body abutment (5) depending on the amount of axial pressurization of the axial hollow body abutment (5).

10. Method according to claim 9, **characterized in that**, before the axial shaping movement starts, the hollow body wall (12) is provided with a projection (19) which projects into the hollow body interior (17), on which projection the hollow body (2) is supported in the opposite direction to the axial pressurization of the axial hollow body abutment (5) by means of the axial auxiliary abutment (18) on the support body side during the axial shaping movement.

11. Method according to claim 10, **characterized in that**, before the axial shaping movement starts, the hollow body wall (12) is provided with the projection (19) which projects into the hollow body interior (17) by the hollow body wall being shaped.

12. Method according to claim 11, **characterized in that** a shaping unit that comprises the shaping means of the shaping die (3) and a further shaping device, and the axial hollow body abutment (5) are moved toward one another along the hollow body axis (11) with a continuous axial working stroke, and **in that** the continuous axial working stroke comprises a first axial shaping stroke and a second axial shaping stroke which adjoins the first axial shaping stroke continuously, the projection (19) which projects into the hollow body interior (17) being created by means of the further shaping device of the shaping unit on the hollow body wall (12) during the first axial shaping stroke, and the axial shaping movement being carried out as the second axial shaping stroke.

Revendications

1. Dispositif pour façonner un corps creux (2), de préférence tubulaire, qui présente une paroi (12) de corps creux, un intérieur (17) de corps creux délimité par la paroi (12) de corps creux et un axe (11) de

corps creux s'étendant perpendiculairement à une section transversale de corps creux,

- avec une matrice de façonnage (3), qui présente une ouverture de matrice (4) ainsi qu'un organe de façonnage (10) prévu au niveau de l'ouverture de matrice (4), 5
- avec un contre-appui axial (5) pour le corps creux, 10
- avec un entraînement d'avancement (8), au moyen duquel la matrice de façonnage (3) et le contre-appui axial (5) pour le corps creux peuvent être déplacés l'un vers l'autre avec un mouvement axial de façonnage, sachant que, lors d'un processus de façonnage, la matrice de façonnage (3) repose sur le corps creux (2) à façonner et s'engage avec l'organe de façonnage (10) sur le côté extérieur du corps creux (2) dans la paroi (12) de corps creux, sachant que, lors du processus de façonnage, la matrice de façonnage (3) et le contre-appui axial (5) pour le corps creux peuvent être déplacés l'un vers l'autre par le mouvement axial de façonnage le long de l'axe (11) de corps creux avec façonnage du corps creux (2), et sachant que, lors du processus de façonnage, le contre-appui axial (5) pour le corps creux est sollicité en pression en direction axiale par le corps creux (2), en raison d'une sollicitation s'effectuant en un point de sollicitation du corps creux (2) par l'organe de façonnage (10) de la matrice de façonnage (3) s'engageant dans la paroi (12) de corps creux, et le corps creux (2) est soutenu par le contre-appui axial (5) pour le corps creux en sens contraire à la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux, 20
- et avec un corps de soutien intérieur (16), qui est associé à l'intérieur (17) de corps creux, qui est disposé dans l'intérieur (17) de corps creux lors du processus de façonnage et soutient la paroi (12) de corps creux en direction radiale à l'axe (11) de corps creux, et qui forme en outre un contre-appui axial auxiliaire (18) côté corps de soutien pour le corps creux (2), 25
- sachant que, lors du processus de façonnage, le contre-appui axial auxiliaire (18) côté corps de soutien pour le corps creux (2) est disposé sur le côté du point de sollicitation du corps creux (2) qui est éloigné du contre-appui axial (5) pour le corps creux le long de l'axe (11) de corps creux et, avec soutien simultané du corps creux (2) par le contre-appui axial (5) pour le corps creux, soutient le corps creux (2) en sens contraire à la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux, 30

caractérisé en ce qu'il est prévu pour le contre-appui axial (5) pour le corps creux un dispositif de

commande (22) au moyen duquel une flexibilité du contre-appui axial (5) pour le corps creux, existante dans le sens de la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux, peut être commandée en fonction du montant de la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le contre-appui axial auxiliaire (18) côté corps de soutien est formé par une surface de contre-appui du corps de soutien intérieur (16) qui s'étend en direction transversale à l'axe (11) de corps creux.
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il est prévu** comme corps de soutien intérieur (16) un mandrin qui, au moyen d'un entraînement de mandrin (20) de préférence motorisé, peut être positionné le long de l'axe (11) de corps creux dans l'intérieur (17) de corps creux dans une position fonctionnelle dans laquelle le mandrin (16) soutient la paroi (12) de corps creux en direction radiale à l'axe (11) de corps creux et forme en même temps le contre-appui axial auxiliaire (18) côté corps de soutien pour le corps creux (2). 35
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (22) pour le contre-appui axial (5) pour le corps creux présente un dispositif dynamométrique (26) au moyen duquel peut être mesuré le montant d'une force de pression avec laquelle le contre-appui axial (5) pour le corps creux est sollicité en pression en direction axiale par le corps creux (2), et **en ce que**, au moyen du dispositif de commande (22), la flexibilité du contre-appui axial (5) pour le corps creux, existante dans le sens de la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux, peut être commandée en fonction du montant mesuré de la force de pression. 40
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (22) pour le contre-appui axial (5) pour le corps creux présente un dispositif de mesure de déplacement au moyen duquel peut être mesuré un montant momentané du mouvement axial de façonnage effectué par la matrice de façonnage (3) et le contre-appui axial (5) pour le corps creux l'un par rapport à l'autre, et **en ce que**, au moyen du dispositif de commande (22), la flexibilité du contre-appui axial (5) pour le corps creux, existante dans le sens de la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux, peut être commandée en fonction du montant momentané mesuré du mouvement axial de façonnage. 45
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il est prévu** pour le contre-

- appui axial (5) pour le corps creux un entraînement de positionnement (21) au moyen duquel le contre-appui axial (5) pour le corps creux peut être positionné par rapport à la matrice de façonnage (3) le long de l'axe (11) de corps creux, et **en ce que**, au moyen du dispositif de commande (22), la flexibilité du contre-appui axial (5) pour le corps creux, existante dans le sens de la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux, peut être commandée par le fait que le dispositif de commande (22) commande l'entraînement de positionnement (21) et que le contre-appui axial (5) pour le corps creux peut, au moyen de l'entraînement de positionnement commandé (21), être positionné par rapport à la matrice de façonnage (3) le long de l'axe (11) de corps creux.
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'entraînement de positionnement (21) est un entraînement à piston et cylindre.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** est prévu comme contre-appui axial (5) pour le corps creux le piston ou le cylindre de l'entraînement à piston et cylindre.
9. Procédé pour façonner un corps creux (2), de préférence tubulaire, qui présente une paroi (12) de corps creux, un intérieur (17) de corps creux délimité par la paroi (12) de corps creux et un axe (11) de corps creux s'étendant perpendiculairement à une section transversale de corps creux, dans le cadre duquel
- une matrice de façonnage (3), qui présente une ouverture de matrice (4) ainsi qu'un organe de façonnage (10) prévu au niveau de l'ouverture de matrice (4), et un contre-appui axial (5) pour le corps creux sont déplacés l'un vers l'autre le long de l'axe (11) de corps creux avec un mouvement axial de façonnage avec façonnage du corps creux (2), sachant que la matrice de façonnage (3) repose sur un corps creux (2) à façonner et s'engage par l'organe de façonnage (10) dans la paroi (12) de corps creux sur le côté extérieur du corps creux (2), et sachant que le contre-appui axial (5) pour le corps creux est sollicité en pression en direction axiale par le corps creux (2), en raison d'une sollicitation s'effectuant en un point de sollicitation du corps creux (2) par l'organe de façonnage (10) de la matrice de façonnage (3) s'engageant dans la paroi (12) de corps creux, et le corps creux (2) est soutenu par le contre-appui axial (5) pour le corps creux en sens contraire à la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux,
 - un corps de soutien intérieur (16) pour le corps creux (2) est disposé dans l'intérieur (17) de corps creux de telle sorte que le corps de soutien intérieur (16) soutient la paroi (12) de corps creux en direction radiale à l'axe (11) de corps creux,
 - un contre-appui axial auxiliaire (18) côté corps de soutien, formé par le corps de soutien intérieur (16), est disposé sur le côté du point de sollicitation du corps creux (2) qui est éloigné du contre-appui axial (5) pour le corps creux le long de l'axe (11) de corps creux, et
 - le corps creux (2), avec soutien simultané du corps creux (2) par le contre-appui axial (5) pour le corps creux, est soutenu au moyen du contre-appui axial auxiliaire (18) côté corps de soutien en sens contraire à la sollicitation en pression axiale du contre-appui (5) pour le corps creux,
- caractérisé en ce qu'une** flexibilité du contre-appui axial (5) pour le corps creux, existante dans le sens de la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux, est commandée, au moyen d'un dispositif de commande (22) prévu pour le contre-appui axial (5) pour le corps creux, en fonction du montant de la sollicitation en pression axiale du contre-appui axial (5) pour le corps creux.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la paroi (12) de corps creux est pourvue, avant le début du mouvement axial de façonnage, d'une saillie (19) dépassant dans l'intérieur (17) de corps creux sur laquelle le corps creux (2) est, pendant le mouvement axial de façonnage, soutenu par le contre-appui axial auxiliaire (18) côté corps de soutien en sens contraire à la sollicitation en pression axiale du contre-appui (5) pour le corps creux.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la paroi (12) de corps creux est pourvue, avant le début du mouvement axial de façonnage, de la saillie (19) dépassant dans l'intérieur (17) de corps creux par le fait que la paroi de corps creux est façonnée.
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'une** unité de façonnage, comprenant l'organe de façonnage de la matrice de façonnage (3) ainsi qu'un autre dispositif de façonnage, et le contre-appui axial (5) pour le corps creux sont déplacés l'un vers l'autre avec une course de travail axiale continue le long de l'axe (11) de corps creux, et **en ce que** la course de travail axiale continue comprend une première course axiale de façonnage ainsi qu'une deuxième course axiale de façonnage faisant suite en continu à la première course axiale de façonnage, sachant que, lors de la première course axiale de façonnage, la saillie (19) dépassant dans l'intérieur (17) de corps creux est réalisée sur la paroi

(12) de corps creux au moyen de l'autre dispositif de façonnage de l'unité de façonnage, et sachant que, comme deuxième course axiale de façonnage, on exécute le mouvement axial de façonnage.

5

10

15

20

25

30

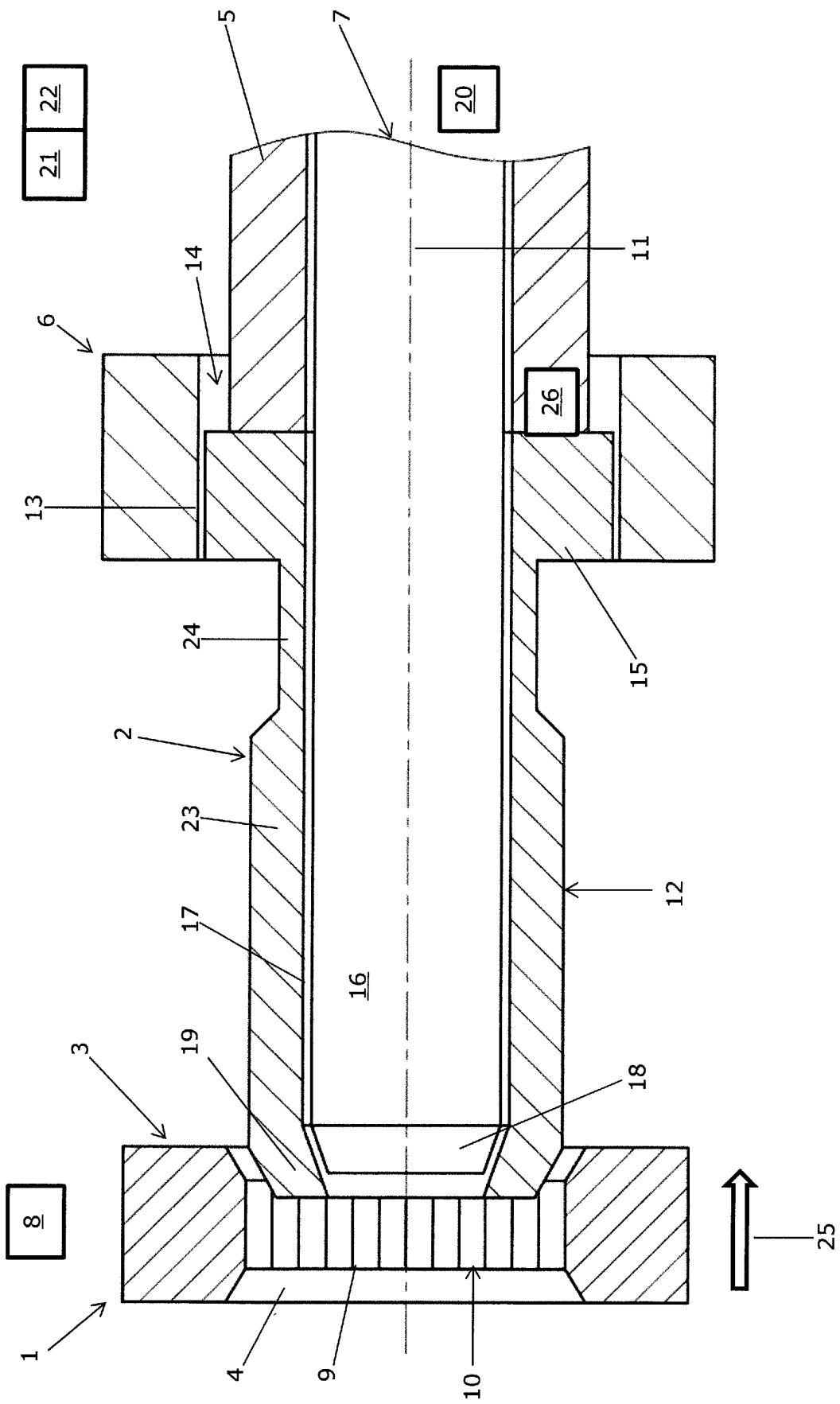
35

40

45

50

55



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

- DE 106867 C [0003]