

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Juni 2012 (14.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/076111 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B21D 22/18 (2006.01) *B21D 41/04* (2006.01)
B21D 51/24 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/005734
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2011 (14.11.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 053 634.2
7. Dezember 2010 (07.12.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LEIFELD METAL SPINNING AG [DE/DE];
Feldstr. 2-20, 59229 Ahlen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HÜTTER, Werner [DE/DE]; Bachstr. 59, 59227 Ahlen (DE).
- (74) Anwälte: WUNDERLICH, Rainer et al.; Weber & Heim, Irmgardstr. 3, 81479 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROCESS FOR FORMING A PIPE PORTION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM UMFORMEN EINES ROHRABSCHNITTES

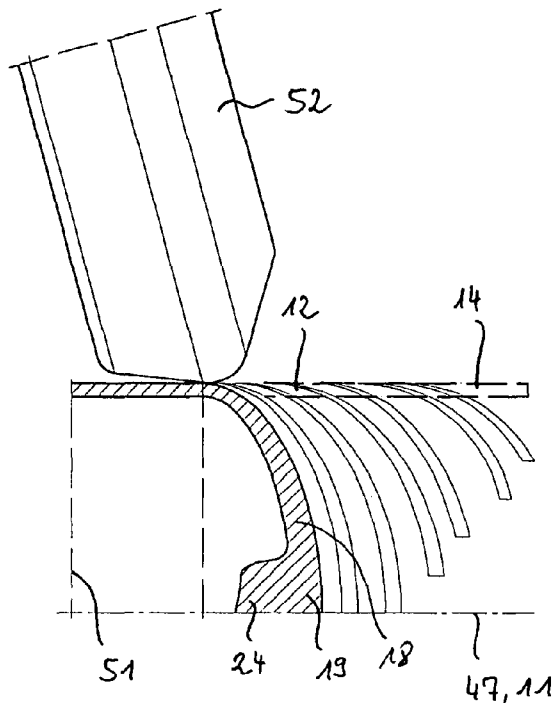


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a process for forming a pipe portion, in which process a base having an opening and having an inwardly projecting collar is formed. It is provided that the pipe portion is made to rotate, that the pipe portion is drawn in by means of a forming roller, with the base being formed by the drawing-in process, that an inwardly projecting material thickening is formed integrally in the base and that an opening is made in the base in the region of the inwardly projecting material thickening, wherein the inwardly projecting collar is formed by at least part of the inwardly projecting material thickening. Furthermore, the invention relates to an apparatus for forming a workpiece.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Rohrabchnittes, bei welchem ein Boden mit einer Öffnung und mit einem nach innen ragenden Kragen gebildet wird. Es ist vorgesehen, dass der Rohrabchnitt in Rotation versetzt wird, dass der Rohrabchnitt mittels einer Umformrolle eingezogen wird, wobei durch das Einziehen der Boden gebildet wird, dass in den Boden eine nach innen ragende Materialverdickung eingeformt wird und dass im Bereich der nach innen ragenden Materialverdickung eine Öffnung in den Boden eingebracht wird, wobei durch zumindest einen Teil der nach innen ragenden Materialverdickung der nach innen ragende Kragen gebildet wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Umformung eines Werkstücks.

WO 2012/076111 A2



(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zum Umformen eines Rohrabschnittes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines rohrförmigen Behälters, bei welchem ein Boden mit einer Öffnung und mit einem nach innen ragenden Kragen gebildet wird, gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 13. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks, insbesondere eines Rohrabschnittes, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 15.

Die gattungsgemäße Vorrichtung umfasst ein Maschinenbett mit einer Längsachse, eine entlang der Längsachse angeordnete und drehend antreibbare Arbeitsspindel, welche zur Aufnahme des Werkstücks als Hohlwelle ausgeführt ist, eine Umformrolle zur Umformung des Werkstücks, wobei die Umformrolle entlang der Längsachse und entlang einer Querachse bewegbar und um eine Schwenkachse drehbar ist.

Ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Vorrichtung können insbesondere bei der Herstellung von Behältern, insbesondere Druckbehältern, eingesetzt werden. Hierbei wird ein Behälterboden mit einem nach innen ragenden Kragen geformt. Durch den nach innen ragenden Kragen kann das Speichervolumen des Behälters unter Beibehaltung seiner Gesamthöhe beziehungsweise Gesamtbreite vergrößert werden.

Weit verbreitet sind Behälter, insbesondere Druckbehälter, mit einem oder mehreren nach außen ragenden Kragen. In den Kragen kann beispielsweise ein Gewindeanschluss eingebracht werden. Ein Verfahren zur Herstellung eines Druckbehälters mit einem nach außen ragenden Kragen ist beispielsweise in der DE 33 21 363 A1 beschrieben. Die Herstellung des Bodens und des Kragens erfolgt mittels eines Drückverfahrens an einer Schwenkform-Drückmaschine. Eine Drückrolle wird entlang einer bogenförmigen Bahn auf ein rohrförmiges Werkstück zugestellt, um den Behälterbo-

den zu formen. Durch eine spezielle Form der Drückrolle wird am Ende des Zustellvorgangs ein nach außen ragender Flaschenhals geformt.

Ein gattungsgemäßes Verfahren ist in der DE 196 07 010 C1 beschrieben. Hierbei wird ein axiales Ende eines Werkstücks in eine Werkstückaufnahme eines rotierend angetriebenen Formwerkzeugs eingeführt und durch Pressen geformt. Durch eine axiale Vorschubbewegung des Formwerkzeugs und/oder des Werkstücks wird ein Pressdruck erzeugt, welcher zu einem Fließen des Werkstoffs des Werkstücks führt. Mittels eines Zapfens wird der fließende Werkstoff nach innen geleitet, so dass ein in das Werkstückinnere eingestülpter Kragen ausgebildet wird.

Der Erfindung liegt die **A u f g a b e** zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Vorrichtung derart zu verbessern, dass eine besonders wirtschaftliche Umformung eines Werkstücks zur Bildung eines nach innen ragenden Kragens durchgeführt werden kann.

Die Aufgabe wird nach der Erfindung durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder 13 bzw. durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen sowie in der nachfolgenden Beschreibung und in den Figuren angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist in einem ersten Aspekt dadurch gekennzeichnet, dass als Ausgangswerkstück ein Rohrabschnitt in Rotation versetzt wird, dass der Rohrabschnitt mittels einer Umformrolle eingezogen wird, wobei durch das Einziehen der Boden gebildet wird, dass in den Boden eine nach innen ragende Materialverdickung eingeformt wird und dass im Bereich der nach innen ragenden Materialverdickung eine Öffnung in den Boden eingebracht wird, wobei durch zumindest einen Teil der nach innen ragenden Materialverdickung der nach innen ragende Kragen gebildet wird.

Ein erster Grundgedanke der Erfindung besteht darin, den Boden mit nach innen ragendem oder eingestülptem Kragen im Wesentlichen durch ein Einziehverfahren herzustellen. Hierzu wird erfindungsgemäß ein Rohrabschnitt mittels einer Umformrolle, welche insbesondere auch als Einziehrolle bezeichnet werden kann, eingezogen, also der Durchmesser des Rohrabschnitts verringert.

Als Ausgangswerkstück oder Vorform für das erfindungsgemäße Verfahren dient ein Werkstück mit einem Rohrabschnitt, also ein zumindest abschnittsweise rohrförmiges Werkstück. Der umzuformende Rohrabschnitt des Werkstücks kann insbesondere eine Zylinderform aufweisen. Es ist aber auch möglich, dass der Rohrabschnitt zumindest abschnittsweise eine nicht-zylindrische Form, etwa Profilierungen, beispielsweise mit Längs- und/oder Umfangsnuten, Verdickungen, oder konische und/oder kurvenförmige Abschnitte, aufweist.

Ein zweiter Grundgedanke der Erfindung besteht darin, während oder nach dem Einziehen einen Boden mit einer in das Werkstückinnere ragenden Materialverdickung oder Materialansammlung zu formen und so einen verdickten Bereich des Bodens beziehungsweise eine verdickte Polkappe zu bilden. Der Boden des Werkstücks wird also in einem definierten Bereich gezielt verdickt. Der so gebildete Boden weist demnach in einem Bereich, in dem die Öffnung mit dem nach innen ragenden Kragen gebildet werden soll, eine größere Wanddicke auf als die benachbarten Bereiche des Bodens, wobei die vergrößerte Wanddicke durch eine definierte, auf einen vorbestimmten Bereich begrenzte, in das Innere des Rohrabschnitts hineinragende Materialansammlung gebildet wird. Die Materialansammlung beziehungsweise Materialverdickung, welche einwärts in Richtung des Rohrabschnitts vorsteht, bildet das Material für den zu formenden Kragen.

Der Kragen wird erfindungsgemäß dadurch gebildet, dass in die Materialansammlung eine Öffnung eingebracht wird, derart, dass durch das verbleibende Material der Materialansammlung ein ringförmiger Kragen oder Hals entsteht.

Der Boden kann insbesondere ein oberer oder unterer Boden eines Druckbehälters sein. Dementsprechend bezieht sich die Erfindung ebenfalls auf ein Verfahren zum Herstellen eines Behälters, insbesondere eines Druckbehälters, bei welchem ein Boden mit einer Öffnung und mit einem nach innen ragenden Kragen gebildet wird. Der Boden des Behälters kann durch ein Verfahren zum Umformen eines Rohrabschnittes hergestellt werden. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass ein verbleibender Teil des Rohrabschnitts beziehungsweise des zumindest abschnittsweise rohrförmigen Werkstücks eine Behälterwand des Behälters bildet.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt das Einziehen durch mehrfache Schwenkbewegungen der Umformrolle entlang jeweils unterschiedlicher Schwenkkurven. Der Boden wird also durch mehrfaches Überlaufen der Umformrolle geformt und dabei sukzessive weiter eingezogen. Bei den Schwenkbewegungen der Umformrolle wird diese wiederholt entlang kurvenförmiger Bahnen, deren Radius sich zunehmend verringert, in Richtung des zunächst noch offenen Endes des Rohrabschnitts schräg nach innen bewegt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Boden vor dem Einbringen der Öffnung durch das Einziehen, insbesondere gasdicht, verschlossen wird. Aus dem Rohrabschnitt wird somit durch Einziehen zunächst eine Werkstückform mit einem geschlossenen Boden gefertigt. Die Umformrolle wird hierzu vorzugsweise so weit nach innen, also in Richtung einer Rotationsachse des Werkstücks, zugestellt und der Rohrabschnitt so weit eingezogen, dass eine Berührung des Werkstoffs im Bereich der Rotationsachse hergestellt und somit ein geschlossener Boden gebildet wird. Die Umformrolle wird also beim Einziehen so weit radial zugestellt, bis ein geschlossener Bodenbereich geformt ist.

Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, dass nach dem Verschließen des Bodens der Boden zum Bilden und/oder Ausformen der nach innen ragenden Materialverdickung umgeformt wird. Zusätzlich oder alternativ zu der Umformung des Bodens nach dessen Verschließen kann auch bereits vor dem Verschließen des Bodens die Materialverdickung zumindest teilweise geformt werden.

Eine einfache Möglichkeit der Herstellung der nach innen ragenden Materialverdickung besteht darin, dass zum Bilden der nach innen ragenden Materialverdickung Werkstoff von einem Außenbereich des Rohrabschnitts und/oder des Bodens in einen Mittenbereich des Bodens verschoben wird. Unter dem Außenbereich ist insbesondere ein radial außen liegender Bereich des Rohrabschnitts und/oder des Bodens zu verstehen. Der Mittenbereich bezeichnet insbesondere einen Bereich des Bodens um eine Rotationsachse des Rohrabschnitts oder des Werkstücks. Das Verschieben des Werkstoffs kann insbesondere durch ein bogenförmiges Zustellen der Umformrolle erfolgen.

Vorzugsweise wird die nach innen ragende, kegelstumpfförmige Materialverdickung zumindest teilweise während des Einziehens hergestellt. Hierzu ist insbesondere vorgesehen, dass die Schwenkkurven, entlang welcher die Umformrolle zum Einziehen bewegt werden, so angepasst sind, dass eine gewünschte Form mit einem vorgegebenen Wandstärkenprofil des Bodens erzielt wird.

Die nach innen ragende Materialverdickung kann auf besonders vorteilhafte Weise dadurch hergestellt werden, dass zunächst eine nach außen ragende Materialverdickung geformt wird und dass anschließend die nach außen ragende Materialverdickung in die nach innen ragende Materialverdickung umgeformt wird. Die nach außen ragende Materialverdickung kann auf einfache Weise durch eine entsprechende Wahl der Schwenkkurven der Umformrolle hergestellt werden. Die nach außen ragende Materialverdickung kann anschließend durch Umformung in eine nach innen ragende Materialverdickung umgewandelt werden.

Vorteilhafterweise wird die nach außen ragende Materialverdickung bereits zumindest teilweise während des Einziehens hergestellt. Dies kann durch eine geeignete Form der Schwenkkurven, entlang welcher die Umformrolle zum Einziehen bewegt wird, erreicht werden. Die Schwenkkurven können hierzu insbesondere so gestaltet sein, dass ein Schwenkradius der Umformrolle im Bereich der zu formenden Materialansammlung vergrößert wird.

Die Umformung der nach außen Materialverdickung in die nach innen ragende Materialverdickung kann vorteilhafterweise durch ein axiales Zustellen eines Umformwerkzeugs bewirkt werden. Grundsätzlich kann das Umformwerkzeug ein von der Umformrolle verschiedenes Werkzeug sein. Besonders bevorzugt ist es jedoch, dass als Umformwerkzeug die Umformrolle verwendet wird, mit welcher auch das Einziehen erfolgt. Dies stellt ein besonders wirtschaftliches Verfahren dar. Diese wird axial zugestellt, so dass Werkstoff des Bodens axial nach innen fließt und so die nach innen ragende, kegelstumpfförmige Materialverdickung gebildet wird, welche in axialer Richtung eine Dicke aufweist, welche zumindest dem 2-, 4- oder 5-fachen der ursprünglichen Wanddicke entspricht.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass der Boden zur Anreicherung von Werkstoff im Bereich der nach innen ragenden Materialverdickung von außen vorgeprägt wird. Eine

solche Vorprägung kann insbesondere durch ein Eindringen von Material von außen, beispielsweise mittels einer Lanze, insbesondere Kegelstumpflanze, erfolgen. Hierbei entsteht in dem vorgeprägten Bereich außenseitig am Boden eine Vertiefung und es wird Werkstoff in das Innere des Werkstücks, Rohrabschnitts beziehungsweise Behälters verschoben. Durch die Vorprägung kann eine besonders gezielte Anreicherung des Werkstoffs bewirkt werden.

Nach dem Vorprägen kann es von Vorteil sein, den vorgeprägten Bereich aufzuheizen, um sicherzustellen, dass bei weiterer Werkstoffverschiebung in die Vorprägung beziehungsweise Vertiefung ein gasdichter Boden mit homogenem Gefüge erhalten bleibt. Beim weiteren Umformen wird weiterer Werkstoff in den Bereich der Vorprägung verschoben und damit die zuvor entstandene Vertiefung mit Werkstoff verschlossen.

Eine besonders saubere Umformung kann erfindungsgemäß dadurch erreicht werden, dass die Umformrolle bei der Umformung senkrecht zu einer umzuformenden Werkstückkontur des Werkstücks beziehungsweise des Rohrabschnitts steht. Die Umformrolle weist vorzugsweise eine zylindrische Stauchgeometrie auf, die während der Umformung mit der Werkstückkontur im Eingriff ist. Zur Vermeidung von Faltenbildung sind die Umformbewegungen und die Rollengeometrie der Umformrolle so ausgelegt, dass die Umformung weitgehend nur unter Druckbeanspruchung bei minimaler Zugbeanspruchung erfolgt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Öffnung mittels eines spanabhebenden Verfahrens, insbesondere durch Bohren und/oder Fräsen, eingebracht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Öffnung durch thermisches Schneiden, beispielsweise durch Lochschneidbrennen oder Lochschneidschweißen hergestellt.

Besonders bevorzugt ist es, wenn durch das Einbringen der Öffnung eine weitere Anreicherung von Material im Innern des Rohrabschnitts beziehungsweise des Behälters bewirkt wird. Hierzu ist es bevorzugt, dass die Öffnung durch Eindringen, beispielsweise mittels einer Lanze, oder durch Fließformen eingebracht wird. Durch das Eindringen oder das Fließformen, welches auch als Fließbohren oder Drillboh-

ren bezeichnet werden kann, wird Werkstoff der nach innen ragenden Materialverdickung radial nach außen verdrängt und so der Kragen vergrößert und stabilisiert.

Auch kann es vorteilhaft sein, dass zunächst eine Vertiefung in den Boden eingebracht wird, zum Beispiel durch Eindrücken mittels einer Kegelstumpflanze, und die Vertiefung durch mechanisches Bearbeiten, zum Beispiel Bohren, in einem weiteren Verfahrensschritt geöffnet wird. Diese Ausgestaltung ist insbesondere in Kombination mit dem Vorprägen des verdickten Bereiches des Bodens vorteilhaft.

Die Umformung erfolgt vorzugsweise in einem warmen Zustand, insbesondere bei etwa 900 bis 1000°C. Die Anwärmung kann dabei entweder an der Umformmaschine selbst, zum Beispiel durch Gasbrenner oder induktiv, oder außerhalb der Umformmaschine, beispielsweise durch einen Anwärmofen oder durch Induktion, erfolgen. Vorzugsweise wird die Temperatur des Werkstücks während der Umformung mittels eines Temperaturmessgerätes ermittelt, und mögliche Wärmeverluste werden durch eine Wärmezufuhreinrichtung, insbesondere einen Gasbrenner, ausgeglichen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist in einem zweiten Aspekt dadurch gekennzeichnet, dass als Ausgangswerkstück eine Ronde, an welcher der Kragen mit der Öffnung ausgebildet ist, in Rotation versetzt wird, und dass ein Außenumfang der Ronde zum Bilden eines Rohrabschnittes axial gegen ein Drückfutter zu einer Seite umgeformt wird, zu welcher der Kragen gerichtet ist.

Ein erster Grundgedanke hierbei besteht darin, dass die Herstellung des Kragens vor der Herstellung des Rohrabschnittes erfolgt. Es ist daher auf einfache Weise möglich, aus einer Ronde, an welcher in einem ersten Schritt ein nabenförmiger Kragen oder Hals angeformt wurde, ein rohrförmiges Werkstück mit einem nach innen gerichteten Kragen zu formen.

Ein zweiter Grundgedanke ist darin zu sehen, den Außenumfang der Ronde nicht von dem Kragen oder Hals weg umzuformen, sondern in Richtung des Kragens oder Halses, so dass ein nach innen gerichteter, rohrförmiger Kragen eines rohrförmigen Behälters gebildet wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kragen an der Ronde durch Drückwalzen ausgebildet. Die Herstellung des Kragens durch Drücken / Drückwalzen stellt ein wirtschaftliches Verfahren dar.

Bei der Ronde kann es sich vorzugsweise um eine Blechrunde handeln.

Zur Durchführung des Verfahrens ist es bevorzugt, dass eine Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks verwendet wird, welche ein Drückfutter mit einer axialen Ausnehmung für den Kragen aufweist. Der Kragen kann in die Ausnehmung des Drückfutters eingeführt werden und das Werkstück anschließend mittels einer Umformrolle an das Drückfutter angeformt werden.

Eine besonders wirtschaftliche Fertigung eines Behälters mit zwei offenen Böden, also zwei Böden, an denen ein nach innen ragender Kragen vorhanden ist, kann durch eine Kombination des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14 erreicht werden. Dabei kann insbesondere zunächst mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14 aus einer Ronde mit einem Kragen ein rohrförmiger Körper mit einem ersten Boden und einem nach innen ragenden Kragen hergestellt werden. Die Ausformung des zweiten Bodens kann dann mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 erfolgen. Das Ausgangswerkstück nach Anspruch 1 kann also durch das Verfahren nach Anspruch 13 hergestellt sein.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Locherzeugungswerkzeug vorgesehen ist, um bei eingespanntem Werkstück eine Öffnung entlang der Längsachse in das Werkstück einzubringen. Die Herstellung der Öffnung, welche insbesondere ein Loch oder auch eine Vertiefung sein kann, kann so in derselben Aufspannung wie der Einziehvorgang erfolgen.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es bevorzugt, dass die Umformrolle so gelagert ist, dass durch eine translatorische Bewegung der Umformrolle entlang der Längsachse eine Umformkraft auf eine im Bereich der Längsachse angeordnete Materialverdickung des Werkstücks aufgebracht werden kann. Hierzu kann insbesondere ein entlang der Längsachse verschiebbar gelagerter Längssupport vorgesehen sein, an dem die Umformrolle direkt oder indirekt gelagert ist. Zum Aufbringen der

Umformkraft ist es vorteilhaft, wenn eine Vorschubkraft symmetrisch zu der Längsachse in den Längssupport eingeleitet wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind, weiter beschrieben. In den Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Einziehvorgangs eines rohrförmigen Werkstücks;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Einziehvorgangs eines rohrförmigen Werkstücks mit verdickter Öffnungswand;
- Fig. 3 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figuren 4a bis 4h eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figuren 5a bis 5e eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figuren 6a bis 6f eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Figuren 7a bis 7e eine vierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;
- Fig. 8 eine Umformrolle bei der Umformung;
- Fig. 9 ein nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellter erster Behälter;
- Fig. 10 ein Abschnitt eines nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten weiteren Behälters und
- Fig. 11 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Figuren 1 und 2 zeigen eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens am Beispiel eines Einziehvorgangs zur Herstellung eines Bodens 18 oder einer Polkappe für einen Behälter 28, insbesondere einen Druckbehälter. Als Ausgangswerkstück dient jeweils Werkstück 10 mit einem Rohrabschnitt 12. Das Werkstück 10 kann beispielsweise ein geschweißtes oder nahtloses Rohr sein. Es ist auch möglich, dass das Werkstück 10 in einem vorangehenden Arbeitsschritt, beispielsweise durch Drücken / Drückwalzen, aus einer Ronde hergestellt ist. Das Werkstück 10 enthält vorzugsweise ein Metall, insbesondere Edelstahl.

Der Rohrabschnitt 12 des Werkstücks 10 weist einen umzuformenden Längenabschnitt 14 auf, welcher zu einem Boden 18 umgeformt wird. Bei dem Längenabschnitt 14 beziehungsweise dem Rohrabschnitt 12 handelt es sich insbesondere um einen axialen Endabschnitt des Werkstücks 10.

Das Werkstück 10, welches auch als Vorform bezeichnet werden kann, wird mittels einer Umformrolle 52, insbesondere einer Einziehrolle, umgeformt beziehungsweise eingezogen. Hierzu wird das Werkstück 10 mit dem Rohrabschnitt 12 um eine Rotationsachse 11 rotierend angetrieben. Die Umformung des Werkstücks 10 erfolgt sodann bei rotierendem Werkstück 10. Grundsätzlich können anstelle der einen Umformrolle 52 auch mehrere Umformrollen verwendet werden.

Das Umformen des Längenabschnitts 14 zu dem Boden 18 erfolgt in mehreren nacheinander durchzuführenden Überläufen der Umformrolle 52. Hierbei wird der zylindrische Längenabschnitt 14 mittels der Umformrolle 52 zu kleineren Durchmessern hin umgeformt, das heißt, es wird eine Werkstückkontur mit in axialer Richtung abnehmendem Durchmesser und in axialer und/oder radialer Richtung zunehmender Wanddicke hergestellt. Die Bewegung der Umformrolle 52 erfolgt derart, dass sich ein gewünschtes Profil des Längenabschnitts 14 beziehungsweise des Bodens 18 ergibt. Der Längenabschnitt 14 des Rohrabschnitts 12 wird so weit umgeformt, dass der Boden 18 vollständig und insbesondere gasdicht verschlossen wird.

Vor, während und/oder nach dem Verschließen des Bodens 18 wird an den Boden 18 eine Materialverdickung 22 angeformt. Die Materialverdickung 22 wird so ausgeformt, dass eine nach innen vorstehende Materialverdickung 24 gebildet wird. Es entsteht ein lokal verdickter Bodenabschnitt im Bereich der Rotationsachse 11. Nach

dem Formen der Materialverdickung 22, 24 wird eine Öffnung 20 in den verdickten Bereich des Bodens 18 eingebracht.

In Fig. 1 ist die Umformung am Beispiel eines Rohres mit einer im Bereich des umzuformenden Längenabschnitts 14 konstanten Wanddicke dargestellt. Hierbei kann es sich um ein geschweißtes oder auch ein nahtloses Rohr handeln. Fig. 2 zeigt eine Umformung eines Werkstücks 10, welches eine verdickte Öffnungswand, also einen verdickten Längenabschnitt 15, aufweist. Durch den verdickten Längenabschnitt 15 wird zusätzliches Material für die Bildung des Bodens 18 und insbesondere die Materialverdickung 22 bereitgestellt. Der Längenabschnitt 14 weist neben dem verdickten Bereich 15 mit konstanter Wanddicke einen Übergangsbereich 16 mit einer Übergangsschräge auf.

Zur Durchführung des Verfahrens kann eine Umformvorrichtung oder Umformmaschine 40, insbesondere Einziehmaschine, wie in Fig. 3 dargestellt, verwendet werden. Die Umformmaschine 40 umfasst ein Maschinenbett 42, welches vorzugsweise als Schrägbett ausgeführt ist. Die Umformmaschine 40 umfasst weiterhin einen Spindelkasten 44, in dem eine Arbeitsspindel 46 um eine Längs- oder Maschinenachse 47 drehbar gelagert ist. Die Arbeitsspindel 46 ist mittels eines Spindelantriebs 48 drehend antreibbar und ist als Hohlwelle ausgeführt, um das Werkstück 10 hierin aufzunehmen. Zum Spannen des Werkstücks 10 ist an der Arbeitsspindel 46 ein Spannfutter 50 angeordnet.

Zur Umformung des Werkstücks 10 weist die Umformmaschine 40 eine Umformrolle 52 auf, welche um eine Drehachse 53 drehbar gelagert ist. Die Umformrolle 52 ist an dem Maschinenbett 42 derart gelagert, dass eine translatorische Bewegung entlang der Längsachse 47, eine translatorische Bewegung entlang einer Querachse 63 und eine Schwenkbewegung 30 um eine Schwenkachse 65 möglich ist. Die Umformrolle 52 ist hierzu an einem Schwenksupport 64 gelagert, welcher um die Schwenkachse 65 drehbar ist. Der Schwenksupport 64 ist seinerseits auf einem Längssupport 60 aufgebaut, welcher entlang der Längsachse 47 der Umformmaschine 40 verschiebbar ist. Weiterhin ist ein Quersupport 62 vorgesehen, welcher eine Verschiebbarkeit der Umformrolle 52 entlang der Querachse 63 ermöglicht. Die Umformrolle 52 ist außerdem mit dem Schwenksupport 64 verstellbar.

Die Umformrolle 52 ist an einem Umformgehäuse 54 gelagert. An dem Umformgehäuse 54 ist ein Anwärmbrenner 58 angeordnet, welcher mit dem Umformgehäuse 54 verstellbar ist. Das Umformgehäuse 54 ist insbesondere an dem Schwenksupport 64 angebracht. Mit dem Anwärmbrenner 58 kann das Werkstück 10 angewärmt werden, wenn die Umformrolle 52 in Eingriff mit dem Werkstück 10 ist.

Durch die Kombination von Längssupport 60, Quersupport 62 und Schwenksupport 64 wird eine Bewegung der Umformrolle 52 entlang beliebiger Bahnkurven ermöglicht. Der Längssupport 60 ermöglicht dabei eine reine translatorische Bewegung der Umformrolle 52 entlang der Längsachse 47. Durch eine Zustellung der Umformrolle 52 entlang der Längsachse 47, also in eine axiale Bewegungsrichtung 32, kann Werkstoff von einem Außenbereich des Bodens 18 in einen Innenraum des Werkstücks 10 verschoben werden, insbesondere um eine nach außen ragende Materialverdickung 23 in eine nach innen ragende Materialverdickung 24 umzuformen, wie nachfolgend noch ausführlich beschrieben wird.

Die Umformmaschine 40 weist weiterhin eine Locherzeugungseinrichtung 70 auf, welche ein Locherzeugungswerkzeug 72, nämlich einen Schneidbrenner 73 umfasst. Alternativ könnte auch eine Lanze 74 und/oder ein Fließformer 75 angeordnet sein. Das Locherzeugungswerkzeug 72 ist an einem Schwenkarm 78 angeordnet, welcher um eine Schwenkachse 79 verschwenkbar ist, um das Locherzeugungswerkzeug 72 aus einer Ruheposition in eine Arbeitsposition zu verschwenken. Die Verschwenkung des Schwenkarms 78 kann mittels eines Hubzylinders 80 bewirkt werden.

Weiterhin umfasst die Umformmaschine 40 eine Vorformeinrichtung 86 mit einem Umform- oder Vorformwerkzeug 88 zum Vorformen oder Vorprägen des Werkstücks 10. Das Vorformwerkzeug 88 ist in diesem Beispiel eine Lanze 74, insbesondere eine Kegelstumpflanze. Alternativ könnten auch der Fließformer 75 oder die Lanze 74 angeordnet sein. Das Vorformwerkzeug 88 ist an einem Vorformsupport 90 entlang der Längsachse 47 und entlang der Querachse 63 bewegbar. Durch eine Verschiebung des Vorformwerkzeugs 88 entlang der Querachse 63 kann das Vorformwerkzeug 88 aus einer Ruheposition in eine Arbeitsposition bewegt werden. Durch eine Bewegung entlang der Längsachse 47 kann das Vorformwerkzeug 88 in Richtung auf den Boden 18 des Werkzeugs 10 zugestellt werden, um den Boden 18 des Werkzeugs 10 vorzuformen oder vorzuprägen.

Zur Nachbearbeitung des Werkstücks 10, insbesondere der Öffnung 20, ist ein Nachbearbeitungswerkzeug 92 vorgesehen, welches insbesondere einen Bohrer, einen Fasenschneider, einen Fasensenker, einen Gewindeschneider und/oder ein Aufweitwerkzeug umfassen kann.

Schließlich weist die Umformmaschine 40 zur Bestimmung einer Temperatur, insbesondere einer Temperatur im Bereich einer Umformzone des Werkstücks 10, ein Temperaturmessgerät 98 auf. Zum Erwärmen und/oder Nachwärmen eines bereits vorgewärmten Werkstücks 10 ist weiterhin eine Wärmezufuhreinrichtung vorgesehen.

Zur Durchführung des Verfahrens wird das umzuformende Werkstück 10 in die als Hohlwelle ausgeführte Arbeitsspindel 46 eingeführt und mittels des Spannfutters 50 verspannt. Die Einspannung des Werkstücks 10 in der Arbeitsspindel 46 erfolgt dabei derart, dass der umzuformende Längenabschnitt 14 des Werkstücks 10 aus der Arbeitsspindel 46 und dem Spannfutter 50 hervorsteht. Vorzugsweise steht ein zusätzlicher axialer Bereich neben dem umzuformenden Längenabschnitt 14 aus dem Spannfutter 50 hervor. Ein axiales Ende des Spannfutters 50 ist in den Figuren 1 und 2 mit dem Bezugszeichen 51 gekennzeichnet.

Weitere Varianten und Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nachstehend, insbesondere mit Bezug auf die Figuren 4 bis 8, beschrieben.

Eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in den Figuren 4a bis 4h dargestellt. Nach dem Einspannen des Werkstücks 10 in der Arbeitsspindel 46 wird das Werkstück 10 mittels des Spindeltriebs 48 um seine Rotationsachse 11 in Rotation versetzt und mittels der Umformrolle 52 umgeformt. Die Rotationsachse 11 fällt dabei mit der Längsachse 47 der Umformmaschine 40 zusammen. Durch die Umformung wird ein gasdichter Boden 18 hergestellt.

Vor und/oder nach dem Verschließen des Bodens 18 wird weiterer Werkstoff aus einem Außenbereich des Rohrabschnitts 12 und/oder des Bodens 18 nach innen, in Richtung eines Mittenbereichs 19 des Bodens 18, verschoben, um diesen Bereich zu verdicken, Fig. 4a. Der Mittenbereich 19 befindet sich insbesondere im Bereich der Rotationsachse 11 des Werkstücks 10 beziehungsweise der Längsachse 47 der Umformmaschine 40. Durch das Verschieben von Werkstoff in Richtung der Rotations-

achse 11 und die Anreicherung von Werkstoff in dem Mittenbereich 19 wird zunächst eine nach außen ragende Materialansammlung oder Materialverdickung 23 gebildet.

Die nach außen ragende Materialverdickung 23 wird in einem weiteren Verfahrensschritt in eine nach innen ragende Materialverdickung 24 umgeformt. Hierzu wird die Umformrolle 52 axial entlang der Längsachse 47 beziehungsweise der Rotationsachse 11 zugestellt. Hierdurch wird Werkstoff in den Innenraum des Behälters 28 beziehungsweise des Rohrabschnitts 12 gedrückt, Fig. 4b. Die Verfahrensschritte 4a und 4b können, wie in den Figuren 4c bis 4f dargestellt, wiederholt werden, bis die nach innen ragende Materialverdickung 24 ein gewünschtes Volumen und/oder eine gewünschte Form aufweist. Das Anformen und Verdicken des Bodens 18 erfolgt also in mehreren Einzieh-Überläufen.

Um einen gasdichten Verschluss des Bodens 18 sicherzustellen, kann der Boden 18 zwischen den einzelnen Schwenkbewegungen der Umformrolle 52 nachgewärmt werden. Dies kann beispielsweise mit einem Anwärm Brenner 58 und/oder einem Lochschweißbrenner erfolgen.

Die Anzahl der Schwenkbewegungen und das Maß der Zustellung nach jeder Schwenkbewegung werden vorzugsweise in einer Steuerung vorgewählt. Bei den letzten Schwenkbewegungen kann die äußere Oberfläche des Bodens 18 zusätzlich geglättet und/oder ein Absatz für eine Schutzkappe angeformt werden.

Die nach innen ragende Materialverdickung 24 wird, vorzugsweise direkt nach dem Einziehen und dem Verdicken, geöffnet. Dies kann beispielsweise mittels eines Lochschweißbrenners erfolgen, Fig. 4g. Durch das Einbringen einer Öffnung 20 wird um die Öffnung 20 herum ein ringförmiger, insbesondere röhrenförmiger Kragen 26 gebildet. Der Kragen 26 steht einwärts in das Werkstückinnere beziehungsweise das Behälterinnere vor, ist also nach innen in das Werkstückinnere beziehungsweise das Behälterinnere eingestülpt.

Die hergestellte Öffnung 20 kann in einem weiteren Arbeitsgang mechanisch bearbeitet werden, beispielsweise, um einen Anschluss für ein Ventil herzustellen und/oder ein Gewinde in den Kragen 20 einzubringen, Fig. 4h.

Eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist schematisch in den Figuren 5a bis 5e dargestellt. Im Unterschied zu dem in den Figuren 4a bis 4h dargestellten Verfahren wird zunächst eine Vertiefung in die Materialansammlung 22, 24 eingebracht, Fig. 5d. Das Einbringen der Vertiefung erfolgt mittels eines Aufweitwerkzeugs, insbesondere einer Kegelstumpflanze 74. Durch die Vertiefung wird zunächst ein geschlossener Kragen 25 gebildet, der nach innen eingestülpt ist. Anschließend wird die Vertiefung zu einem Durchgangsloch aufgebohrt, so dass die Öffnung 20 hergestellt wird, Fig. 5e. Die Herstellung der Vertiefung mittels der Kegelstumpflanze 74 erfolgt vorzugsweise in derselben Aufspannung wie die vorherige Umformung. Durch das Einbringen der Öffnung 20 wird der offene, nach innen eingestülpte Kragen 26 gebildet.

Die Kegelstumpflanze 74 weist einen kegelstumpfförmigen, axialen Endabschnitt auf. Zum Erstellen der Vertiefung in dem Boden 18 wird die Kegelstumpflanze 74 axial, insbesondere ohne Rotationsbewegung, in den Boden 18 beziehungsweise die darin gebildete Materialverdickung 22, 24 eingedrückt. Am axialen Ende der Kegelstumpflanze 74 ist ein stumpfer, insbesondere abgerundeter Drückbereich vorgesehen.

Die Figuren 6a bis 6f zeigen eine weitere Verfahrensvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hierbei wird der verdickte Bereich des Bodens 18, also die Materialverdickung 22, beim Einziehen in mindestens einem Zwischenschritt vorgeprägt, Fig. 6c. Durch das Vorprägen, zum Beispiels mittels einer Kegelstumpflanze, wird Werkstoff in einen inneren Bereich des Rohrabschnitts 12 beziehungsweise des Behälters 28 verschoben und dort angereichert.

Nach dem Vorprägen wird weiterer Werkstoff in die Mitte des Bodens 18 verschoben und damit die zuvor entstandene Vorprägung mit Werkstoff verschlossen, Fig. 6d. Anschließend wird in einem weiteren Verfahrensschritt, analog zu Fig. 5d, zum Beispiel mittels einer Kegelstumpflanze, eine trichterförmige Vertiefung hergestellt, Fig. 6e. Die trichterförmige Vertiefung bildet einen geschlossenen Kragen 25, welcher in einem weiteren Verfahrensschritt analog Fig. 5e geöffnet und mechanisch bearbeitet werden kann, Fig. 6f.

Eine weitere Verfahrensvariante ist in den Figuren 7a bis 7e dargestellt. Das Öffnen der nach innen ragenden Materialverdickung 24 zum Bilden des nach innen ragenden

den Kragens 26 erfolgt mittels eines Locherzeugungswerkzeugs 72 in Form eines Aufweitwerkzeugs, beispielsweise einer Lanze 74, einem Drillbohrer und/oder einem Fließformer 75, Figuren 7a bis 7d. Bei dem Fließformen wird die Öffnung 20 in einem spanlosen Umformprozess hergestellt. Mittels des Fließformers 75 kann die hergestellte Öffnung 20 nachträglich durch eine Querbewegung des Fließformers 75 erweitert werden, Fig. 7d.

Der Fließformer 75 hat eine konische Spitze und einen sich daran anschließenden zylindrischen Abschnitt, der den Durchmesser der entstehenden Bohrung beziehungsweise Öffnung 20 bestimmt. Das bearbeitete Material wird nicht zerspannt, sondern durch die Kraft des Fließformers 75 und entstehende Reibungswärme verdrängt. Hierdurch wird das Material der nach innen ragenden Materialverdickung 24 radial verdrängt und bildet so einen besonders stabilen Kragen 26. Wie auch in den vorangehend beschriebenen Verfahrensvarianten kann die Öffnung 20 anschließend mechanisch bearbeitet werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Umformrolle 52 eine oder mehrere Umformkanten 54 auf, welche die eigentliche Umformung ausführen. Weiter ist ein Umform- und Führungsabschnitt 55, insbesondere zum Führen und Leiten des umgeformten Werkstoffs auf. Der Umform- und Führungsabschnitt 55 liegt bei der Umformung flächig an der Werkstoffkontur an. Bei der Auslegung der Schwenkbewegungen ist es vorteilhaft, wenn die Umformrolle 52 bei der Umformung senkrecht auf einer momentanen Werkstückkontur steht, wie in Fig. 8 dargestellt. Insbesondere bedeutet dies, dass mindestens einer der Umformabschnitte 54 der Umformrolle 52 senkrecht auf der umzuformenden Werkstückkontur steht. Der Umform- und Führungsabschnitt 55 kann dem Umformabschnitt 54 bei der Umformung vorausgehen oder nachlaufen, so dass der umgeformte Werkstoff an dem Umform- und Führungsabschnitt 55 entlang gleitet.

Der Umform- und Führungsabschnitt 55 hat eine im Wesentlichen ebene Anlagefläche, die auch für das axiale Verschieben von Werkstoff zur Umformung der nach außen ragenden Materialverdickung 23 in die nach innen ragende Materialverdickung 24 verwendet werden kann.

Fig. 9 zeigt einen gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Behälter 28, insbesondere Druckbehälter. Der Behälter 28 weist einen zylindrischen Abschnitt 29 und jeweils einen Boden 18 an gegenüberliegenden Enden des zylindrischen Abschnitts 29 auf. Die Böden 18 wurden jeweils mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellt und weisen jeweils eine Öffnung 20 mit einem nach innen ragenden Kragen 26 auf. Aufgrund des Herstellungsverfahrens des nach innen ragenden Kragens 26 verjüngt sich der Kragen 26 ausgehend von dem Boden 18 in axialer Richtung nach innen. Die Böden 18 des Behälters 28 sind jeweils als Flachböden ausgestaltet.

Fig. 10 zeigt einen Abschnitt eines entsprechenden Behälters 28 mit einem Kreisboden. Alternativ zu den in den Figuren 9 und 10 dargestellten Bodenformen können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch beliebig anders geformte Böden hergestellt werden.

Fig. 11 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Umformvorrichtung 40. Die Vorrichtung gemäß Fig. 11 ist insbesondere zur Durchführung des Verfahrens, bei welchem als Ausgangswerkstück eine Ronde 8 verwendet wird, vorgesehen.

Die Vorrichtung 40 weist ein Drückfutter 45 auf, welches rohrförmig gestaltet ist und auch als Drückdorn bezeichnet werden kann. An einem axialen Ende des Drückfutters 45 befindet sich eine mittige Aufnahmeöffnung 38 für den Kragen 26 des rundenförmigen Werkstücks 10.

Weiterhin umfasst die Vorrichtung 40 ein Andrückelement 49. Das Andrückelement 49 ist in einem Gehäuse 36 axial verschiebbar gelagert und dient dazu, das Werkstück 10 axial gegen das Drückfutter 45 anzupressen und so zwischen Drückfutter 45 und Andrückelement 49 einzuspannen.

Das Gehäuse 36 ist als Umformmatrize 37 ausgebildet. Die Umformmatrize 37 ist relativ zum Drückfutter 45 und relativ zum Andrückelement 49 axial verfahrbar. Durch eine Axialbewegung zwischen Umformmatrize 37 und Drückdorn 45 lässt sich das Werkstück 10 umformen, insbesondere tiefziehen und/oder pressen. Hierdurch kann ein Boden 18 mit einer gewünschten Kontur ausgeformt werden. Die Umformmatrize 37 weist hierzu eine axiale Umformausnehmung 39 auf.

Die Vorrichtung 40 umfasst schließlich eine oder mehrere Umformrollen 52, mit welchen nach dem Tiefziehen oder Pressen des Bodens durch Drückwalzen ein zylindrischer Wandbereich oder Rohrabschnitt 12 geformt werden kann. Die Umformrolle 52 ist an einem Rollenhalter 56 gelagert.

Weiterhin sind in Fig. 11 mehrere Verfahrensschritte einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Fig. 11a zeigt eine Ronde 8 beziehungsweise ein rondenförmiges Werkstück 10, welches als Ausgangswerkstück dient. Das Werkstück 10 umfasst einen rondenförmigen Abschnitt 6 mit einer Rotationsachse 11. Das Werkstück 10 umfasst weiterhin einen rohrförmigen Abschnitt 7, welcher einen rohrförmigen Kragen 26 bildet. Der Kragen 26 erstreckt sich entlang der Rotationsachse 11 des Werkstücks 10.

Zur Herstellung eines rohrförmigen Werkstücks 10, insbesondere eines Behälters, wird das Werkstück 10 zwischen dem Drückfutter 45 und dem Andrückelement 49 oder zwischen dem Drückfutter 45 und der Umformmatrize 37 eingespannt.

Die Einspannung erfolgt dabei derart, dass der Kragen 26 sich in Richtung des Drückfutters 45 erstreckt und insbesondere in die Aufnahmeöffnung 38 des Drückfutters 45 hineinragt.

Das rondenförmige Werkstück 10 wird sodann durch ein axiales Verschieben der Umformmatrize 37 relativ zu dem Drückfutter 45 vorgeformt beziehungsweise tiefgezogen, wie in Fig. 11b dargestellt. Dabei kann auch gleichzeitig das Andrückelement 49 mit der Umformmatrize 37 bewegt werden, wobei das Drückfutter 45 vorzugsweise feststeht. Durch das Andrückelement 49 und/oder die Umformmatrize 37 wird in einem Mittenbereich des Werkstücks 10 ein Boden 18 ausgeformt.

Nach Ausbildung des Bodens 18 wird die Umformmatrize 37 axial vom Drückfutter 45 zurückgezogen und damit aus dem Arbeitsbereich herausgenommen, Fig. 11c.

Das Drückfutter 45, das Andrückelement 49 und das Werkstück 10 werden sodann um die Längsachse 47 in Rotation versetzt. Das Werkstück 10 wird mit der Umformrolle 52 umgeformt, wobei ein Außenbereich des Werkstücks 10 zu einer Zylinderform beziehungsweise einem Mantelbereich, also dem Rohrabschnitt 12, umgeformt wird, wie in Fig. 11d dargestellt. Der Außenbereich des Werkstücks 10 wird hierzu in

Richtung des Kragens 26 umgeformt, so dass ein nach innen ragender, rohrförmiger Kragen 26 gebildet wird, welcher sich im Wesentlichen parallel zu dem Rohrabschnitt 12, also der Behälterwand, erstreckt. Die Umformrolle 52 bewegt sich hierzu entlang der Längsachse 47 in die Richtung, in welche der Kragen 26 sich ausgehend von dem Boden 18 erstreckt.

Für eine verbesserte Umformung kann bei der Bearbeitung mit der zumindest einen Umformrolle 52 eine Nach- oder Zwischenerwärmung vorgesehen werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Herstellen eines rohrförmigen Behältes, bei welchem ein Boden (18) mit einer Öffnung (20) und mit einem nach innen ragenden Kragen (26) gebildet wird,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass als Ausgangswerkstück ein Rohrabschnitt (12) in Rotation versetzt wird,
 - dass der Rohrabschnitt (12) mittels einer Umformrolle (52) eingezogen wird, wobei durch das Einziehen der Boden (18) gebildet wird,
 - dass in den Boden (18) eine nach innen ragende Materialverdickung (24) eingeformt wird und
 - dass im Bereich der nach innen ragenden Materialverdickung (24) eine Öffnung (20) in den Boden (18) eingebracht wird, wobei durch zumindest einen Teil der nach innen ragenden Materialverdickung (24) der nach innen ragende Kragen (26) gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Einziehen durch mehrfache Schwenkbewegungen der Umformrolle (52) entlang jeweils unterschiedlicher Schwenkkurven erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Boden (18) vor dem Einbringen der Öffnung (20) durch das Einziehen verschlossen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Verschließen des Bodens (18) der Boden (18) zum Bilden und/oder Ausformen der nach innen ragenden Materialverdickung (24) umgeformt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Bilden der nach innen ragenden Materialverdickung (24) Werkstoff von einem Außenbereich des Rohrabschnitts (12) und/oder des Bodens (18) in einen Mittenbereich (19) des Bodens (18) verschoben wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die nach innen ragende Materialverdickung (24) zumindest teilweise während des Einziehens hergestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass zunächst eine nach außen ragende Materialverdickung (23) geformt wird und
 - dass anschließend die nach außen ragende Materialverdickung (23) in die nach innen ragende Materialverdickung (24) umgeformt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Umformung der nach außen ragenden Materialverdickung (23) in die nach innen ragende Materialverdickung (24) durch ein axiales Zustellen eines Umformwerkzeugs bewirkt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Boden (18) zur Anreicherung von Werkstoff im Bereich der nach innen ragenden Materialverdickung (24) von außen vorgeprägt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformrolle (52) bei der Umformung senkrecht zu einer umzuförmenden Werkstückkontur des Rohrabschnitts (12) steht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (20) mittels eines spanabhebenden Verfahrens eingebracht wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung (20) durch Fließformen eingebracht wird.
13. Verfahren zum Herstellen eines rohrförmigen Behälters, bei welchem ein Boden (18) mit einer Öffnung (20) und mit einem nach innen ragenden Kragen (26) gebildet wird, dadurch gekennzeichnet,
 - dass als Ausgangswerkstück eine Ronde (8), an welcher der Kragen (26) mit der Öffnung (20) ausgebildet ist, in Rotation versetzt wird, und
 - dass ein Außenumfang der Ronde (8) zum Bilden eines Rohrabschnittes (12) axial gegen ein Drückfutter (45) zu einer Seite umgeförmmt wird, zu welcher der Kragen (26) gerichtet ist.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Kragen (26) an der Ronde (8) durch Drücken / Drückwalzen ausgebildet wird.
15. Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks (10), insbesondere eines Rohrabschnittes (12), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit
 - einem Maschinenbett (42) mit einer Längsachse (47),
 - einer entlang der Längsachse (47) angeordneten und drehend antreibbaren Arbeitsspindel (46), welche zur Aufnahme des Werkstücks (10) als Hohlwelle ausgeföhrt ist,

- einer Umformrolle (52) zur Umformung des Werkstücks (10), wobei die Umformrolle (52) entlang der Längsachse (47) und entlang einer Querachse (63) bewegbar und um eine Schwenkachse (65) drehbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Locherzeugungswerkzeug (72) vorgesehen ist, um bei eingespanntem Werkstück (10) eine Öffnung (20) entlang der Längsachse (47) in das Werkstück (10) einzubringen.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Umformrolle (52) so gelagert ist, dass durch eine translatorische Bewegung der Umformrolle (52) entlang der Längsachse (47) eine Umformkraft auf eine im Bereich der Längsachse (47) angeordnete Materialverdickung (22) des Werkstücks (10) aufgebracht werden kann.

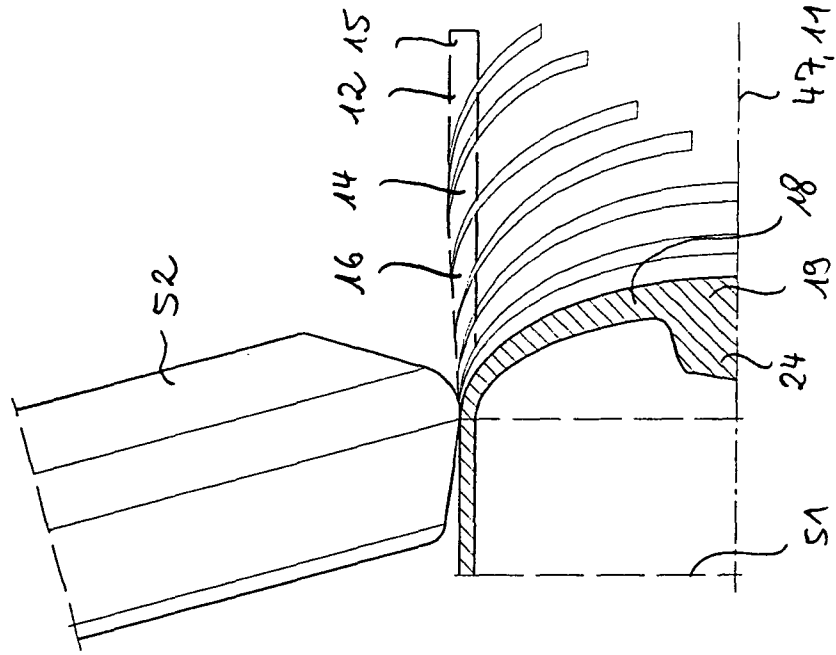


Fig. 2

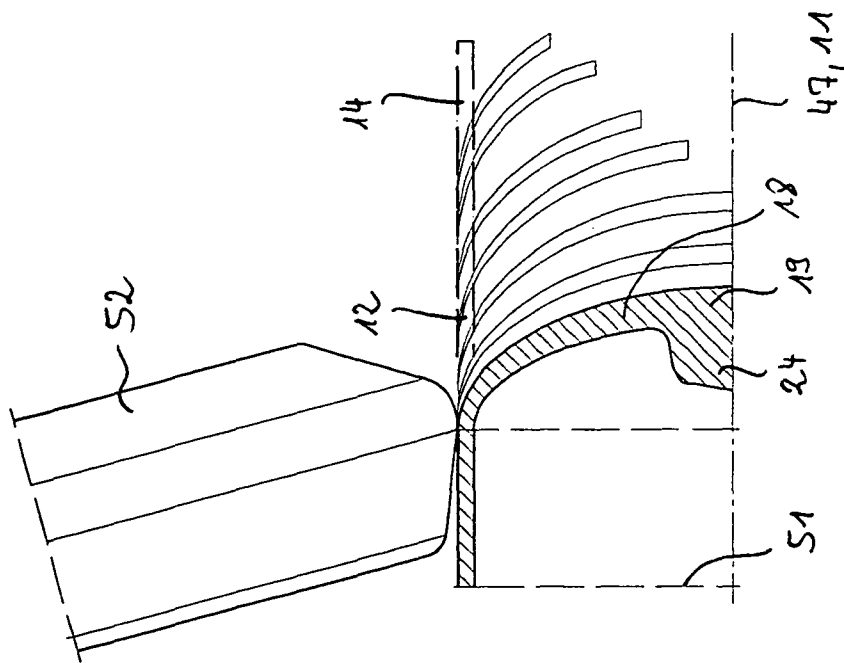


Fig. 1

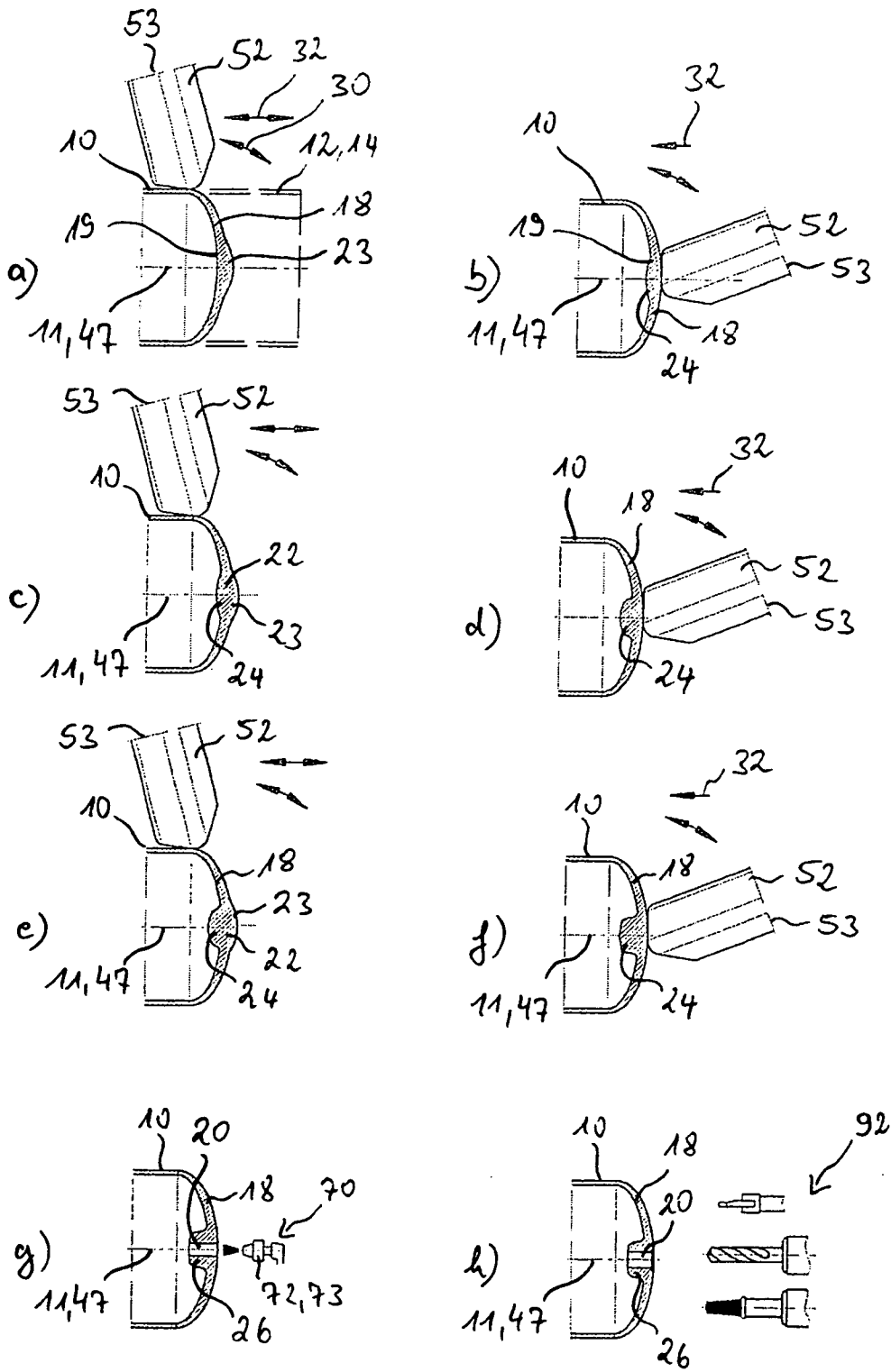


Fig. 4

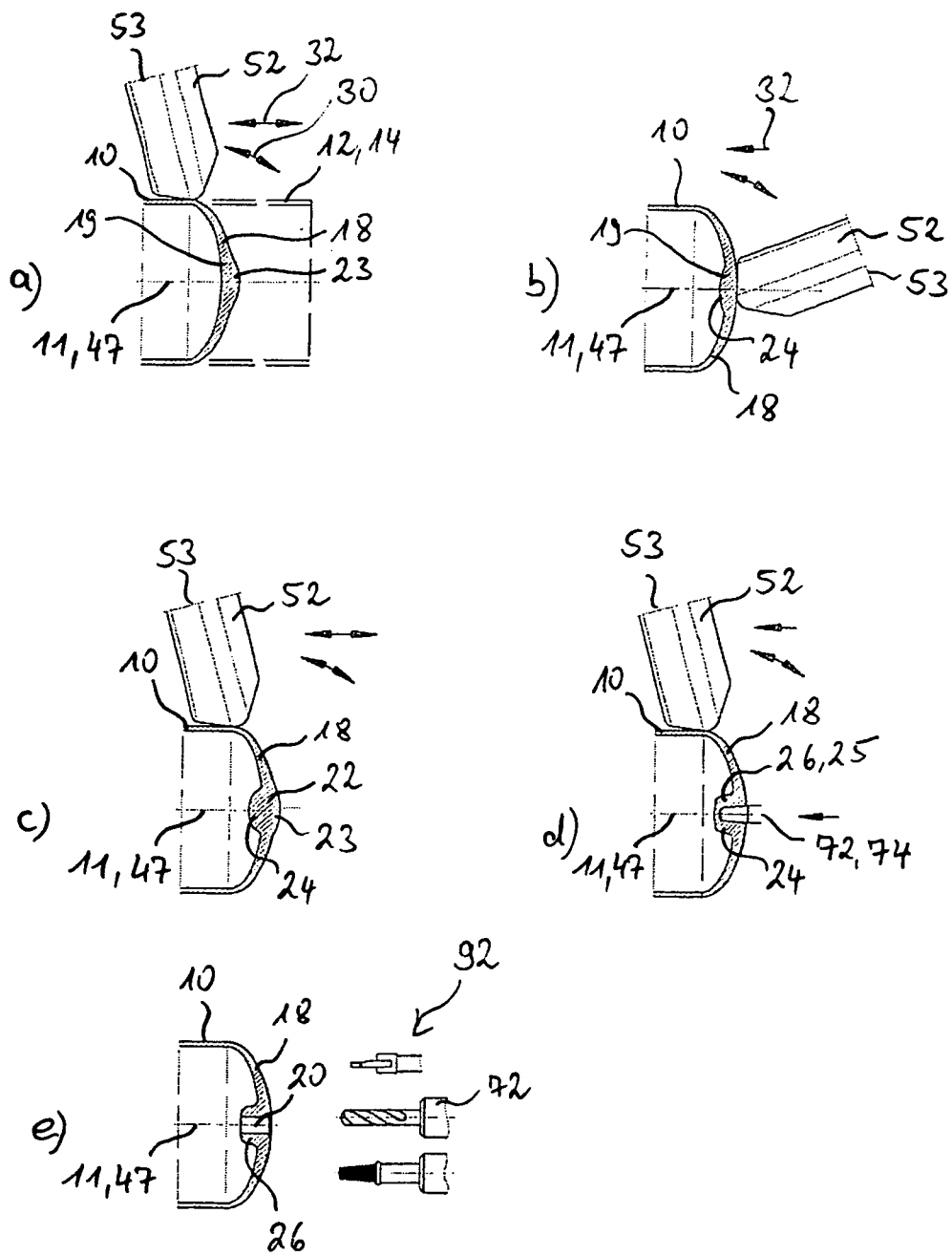


Fig. 5

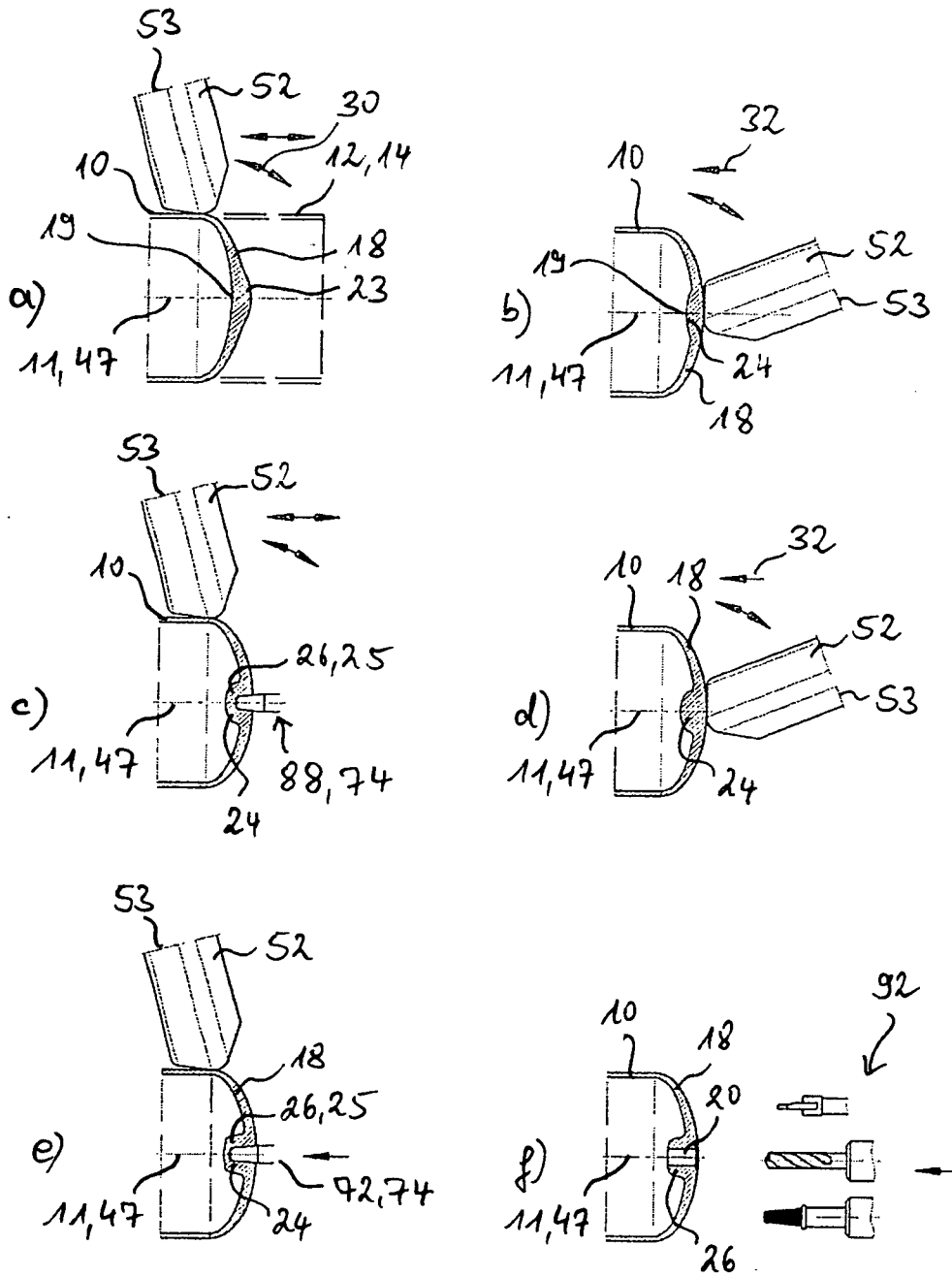


Fig. 6

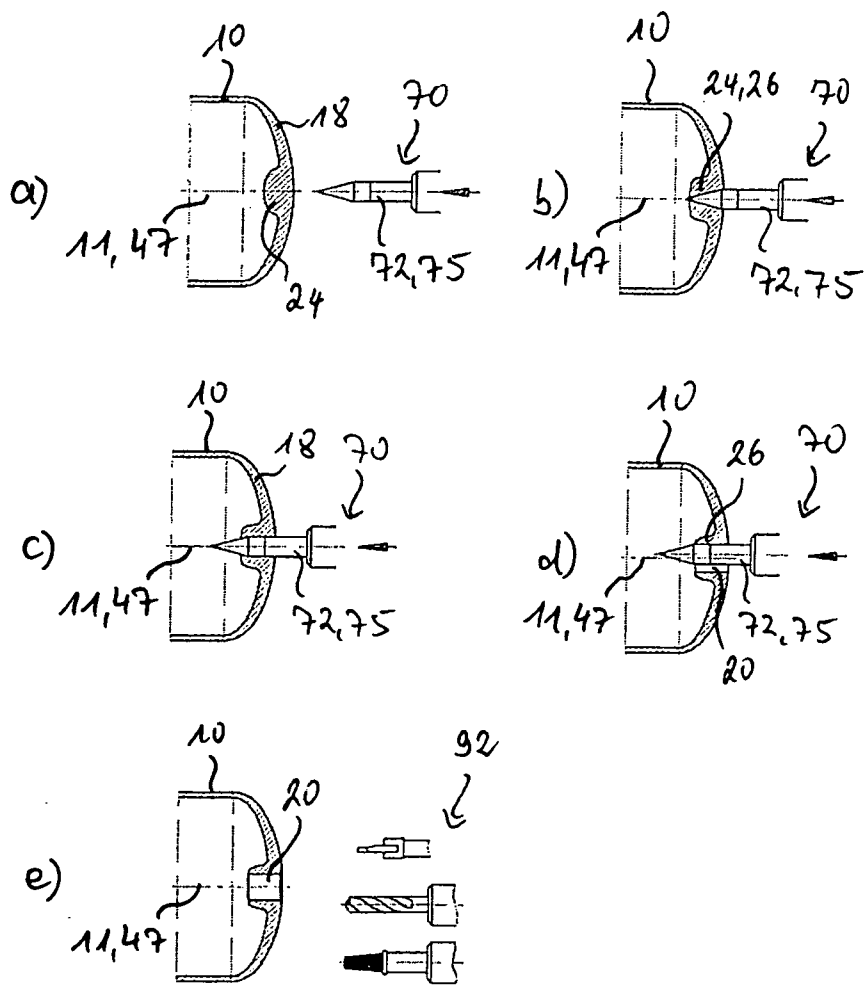


Fig. 7

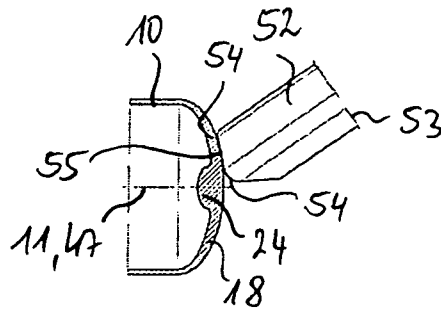


Fig. 8

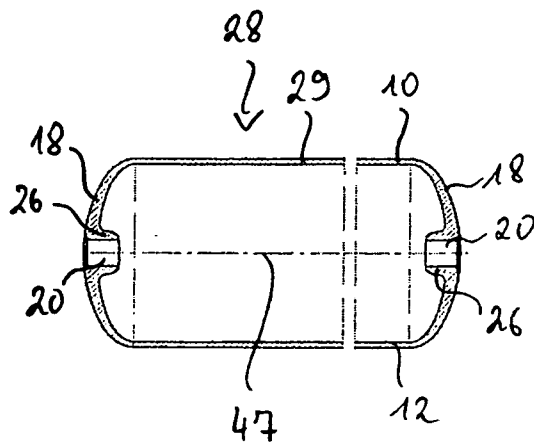


Fig. 9

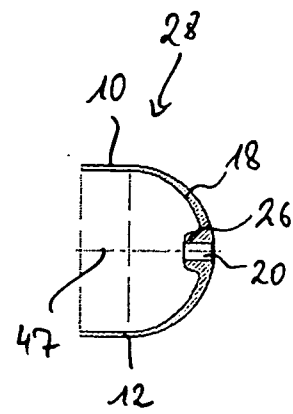


Fig. 10

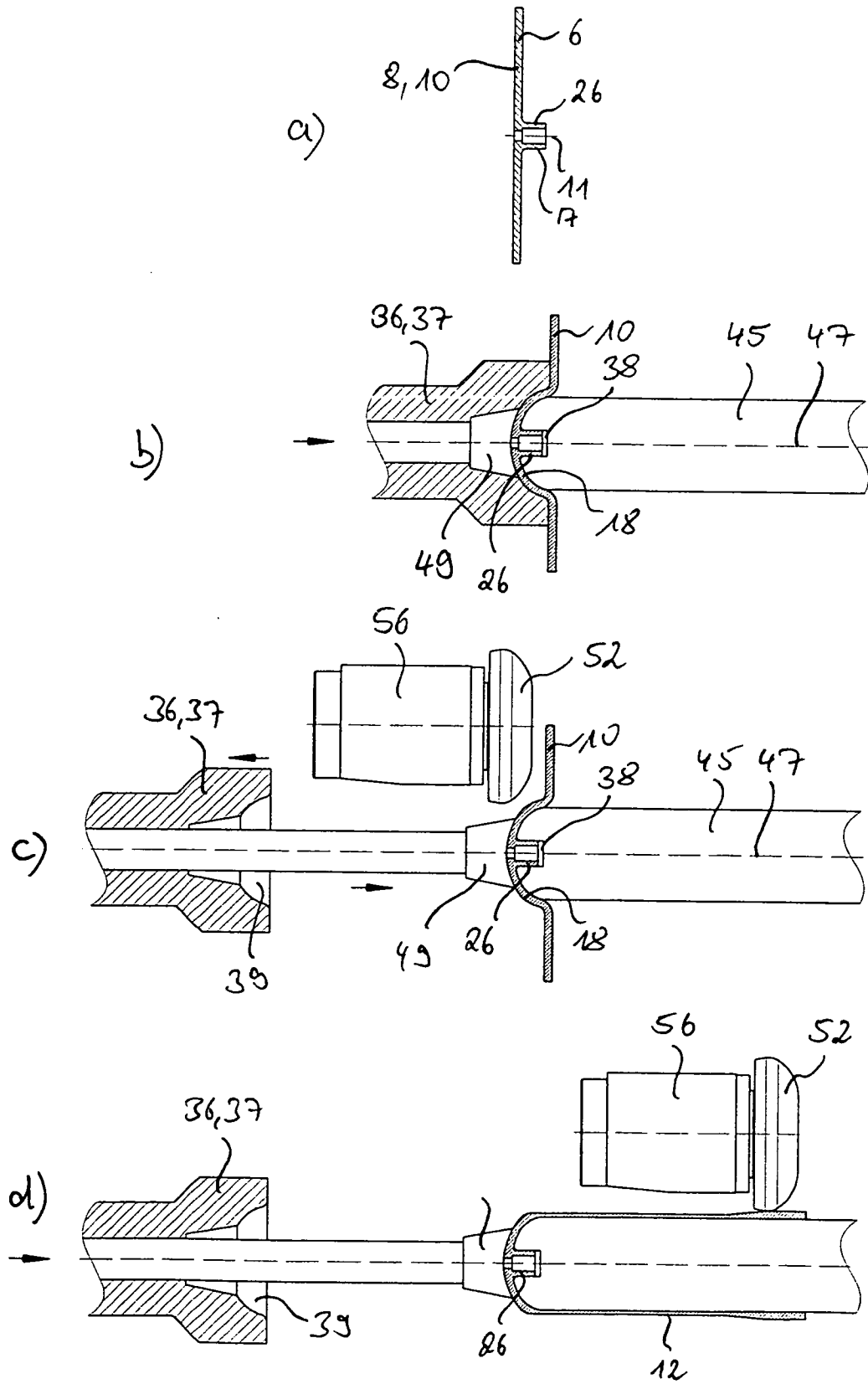


Fig. 11