

(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
22. September 2011 (22.09.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/113954 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21D 5/08 (2006.01) *B21D 53/18* (2006.01)
B21D 7/02 (2006.01) *F16J 15/08* (2006.01)
B21D 7/024 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/054210

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. März 2011 (21.03.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 003 062.7 19. März 2010 (19.03.2010) DE
10 2011 001 279.6 15. März 2011 (15.03.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OTTO BIHLER MASCHINENFABRIK GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Lechbrucker Str. 15, 87642 Halblech/Füssen (DE). **ELRINGKLINGER AG** [DE/DE]; Max-Eyth-Str. 2, 72581 Dettingen-Erms (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BIHLER, Mathias** [DE/DE]; Schleiferweg 2, 87642 Halblech (DE). **HAUSMANN, Bernd** [DE/DE]; Moarweg 12, 87645 Schwangau (DE). **SCHÄFER, Christoph** [DE/DE]; St. Mang Weg 3, 87645 Schwangau (DE). **GÖB, Oliver** [DE/DE]; Irisweg 17, 71672 Marbach (DE). **MATTHEIS, Hans-jürgen** [DE/DE]; Schmiedgasse 6, 89143 Blaubeuren (DE). **DÖHLER, Sonja** [DE/DE]; Katharinenstr. 6, 72764 Reutlingen (DE).

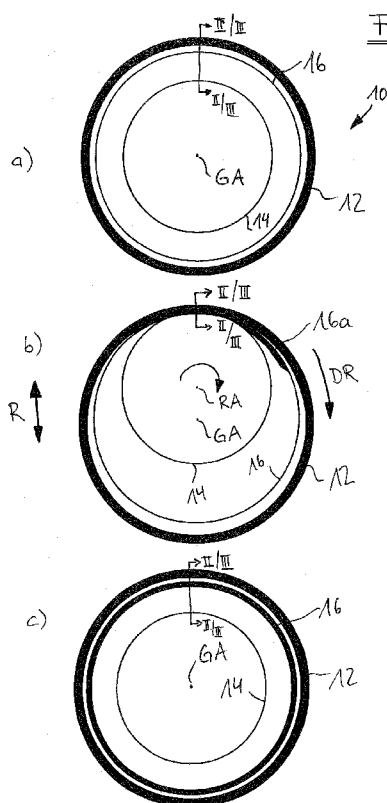
(74) Anwälte: **TIESMEYER, Johannes** et al.; Weickmann & Weickmann, Postfach 860 820, 81635 München (DE).

(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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING PROFILED RINGS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON PROFILRINGEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a profiled ring, in particular a metal ring, to a method for post-processing a previously profiled ring, to a shaping device for carrying out both methods, and to a working machine, in particular a pressing and/or bending machine comprising at least one such shaping device. According to the invention, said the method consists of the following steps: providing a cylindrical ring (16) that comprises a front and a rear circumferential edge (16-1, 16-2) when seen in the axial direction and a lateral surface that is formed between the axial edges; arranging the cylindrical ring (16) in a die (12) such that the ring is temporarily supported, preferably in the region of the front and the rear circumferential edge (16-1, 16-2); shaping the cylindrical ring (16) into a profiled ring (16) in a continuous manner along the circumference of the ring (16) in sections by exerting pressure in an essentially radial direction (R) by means of at least one profiling element (14), said at least one profiling element (14) and said die (12) being moved relative to each other, in particular rotated relative to each other and/or moved linearly relative to each other.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines profilierten Rings, insbesondere Metallrings,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/113954 A1



NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

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).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

sowie ein Verfahren zur Nachbearbeitung eines bereits profilierten Rings, eine Umformvorrichtung zur Durchführung der beiden Verfahren und eine Arbeitsmaschine, insbesondere einen Stanz- oder/und Biegeautomaten mit wenigstens einer solchen Umformvorrichtung. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Bereitstellen eines zylindrischen Rings (16) mit einem in axialer Richtung vorderen und einem hinteren Umfangsrand (16-1, 16-2) und einer zwischen den axialen Rändern ausgebildeten Mantelfläche, Anordnen des zylindrischen Rings (16) in einem Gesenk (12) derart, dass der Ring temporär abgestützt ist, vorzugsweise im Bereich des vorderen und des hinteren Umfangsrandes (16-1, 16-2), entlang dem Umfang des Rings (16) kontinuierliches abschnittsweises Umformen des zylindrischen Rings (16) zu einem profilierten Ring (16) durch Ausüben von Druck in im Wesentlichen radialer Richtung (R) mittels wenigstens eines Profilierungselements (14), wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) und das Gesenk (12) relativ zueinander bewegt werden, insbesondere zueinander verdreht werden oder/und zueinander linear bewegt werden.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Profilingen

Beschreibung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines profilierten Rings, insbesondere Metallrings, sowie ein Verfahren zur Nachbearbeitung eines bereits profilierten Rings, eine Umformvorrichtung zur Durchführung der beiden Verfahren und eine Arbeitsmaschine, insbesondere einen Stanz- oder/und Biegeautomaten mit wenigstens einer solchen Umformvorrichtung.
10

Profilierte Ringe, insbesondere profilierte Metallringe, kommen beispielsweise als Dichtringe bei Kraftmaschinen oder Kraftmaschinenbauteilen zum Einsatz, wie etwa als Dichtungsringe für Turbolader oder dgl.
15

Metallische Dichtelemente sind beispielsweise aus der DE 10 2004 060 845 A1 bekannt. Diese Dichtelemente sind ringförmig aus einem metallischen Werkstoff gebildet und weisen im Querschnitt eine im Wesentlichen c-förmige Raumform auf, wobei der Querschnitt in eine Axialrichtung weisend geöffnet ist. Das Dichtelement als solches ist im weitesten Sinne ringförmig ausgebildet. In Radialrichtung des Ringes kann dieses Dichtelement durch den c-förmigen Querschnitt ein Stück elastisch verformt werden. Ein solches Dichtelement ist durch Tiefziehen herstellbar.
20

25 Ein weiteres Dichtelement ist aus der DE 10 2006 045 584 A1 bekannt, wobei diese metallischen Dichtelemente einen in eine Radialrichtung nach innen offenen c- oder v-förmigen Profilquerschnitt besitzen.

Es ist auch erwähnt, dass diese metallischen Dichtelemente einen meanderförmigen Profilquerschnitt besitzen können. Derartige Dichtelemente mit meanderförmigem Profilquerschnitt werden üblicherweise wie folgt hergestellt. Es wird ein zylinderrohrförmiger Rohling mittels eines Innenhochdruckumformverfahrens in einem entsprechenden Gesenk in ein Wellrohr mit radial
30

- 2 -

umlaufenden, ringförmigen Wulsten umgeformt. Von diesem Wellrohrabschnitt wird mittels üblicher Trennverfahren, beispielsweise mittels Sägen oder Laserschneiden ein ein oder mehrere solcher Ringwulste umfassendes Stück abgelängt. Die so entstehenden Schnittkanten sind als Dichtungskanten nicht geeignet, da üblicherweise zu große Beschnitttoleranzen entstehen, die ein zuverlässiges Abdichten nur durch die Beschnittkanten selbst unmöglich machen. Aus diesem Grund wird nach dem Ablängvorgang jeweils im Bereich der Schnittkanten noch eine Umformung vorgenommen, so dass etwas beabstandet von den Schnittkanten eine definierte Dichtkante, üblicherweise in Form eines Knickes (im Querschnitt gesehen) erzeugt wird. Erst eine so erzeugte Dichtkante in Form eines Knickes kann eine zuverlässige Abdichtung in einer Einbausituation, beispielsweise in eine Einbausituation im Abgasstrang eines Automobils gewährleisten. Ein solches Herstellungsverfahren basierend auf einer Rohlingherstellung im Innenhochdruckumformverfahren ist aufwendig und kostenintensiv.

Aus der DE 10 2009 033 135 ist ein Verfahren zum Herstellen von Profildichtringen bekannt, bei dem in einem kontinuierlichen Walzprozess zunächst ein Flachbandmaterial hinsichtlich des Querschnitts mittels Formrollen verformt wird und zudem am Ende des Verformungsschrittes in eine Spirale umgeformt wird, wobei die Spirale in etwa den Innendurchmesser/Außendurchmesser aufweist, die der fertige Dichtring später aufweisen soll. Von der Spirale wird jeweils immer ein Gang abgetrennt und dessen Enden nach dem Formen des Querschnitts miteinander verbunden. So entsteht dann ein sich in einer Ebene erstreckender Dichtring. Hierbei sind jedoch erhöhte Anforderungen an die Genauigkeit der Fertigung zu stellen. Insbesondere ist es wünschenswert, das Fügen eines bereits verformten Querschnittes zum Schließen des Dichtrings zu vermeiden.

Aus der EP 2 020 541 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Tragringes für einen Dichtring bekannt, bei dem zunächst aus einem Endlosblechstreifen ein Ring gebildet wird und dieser Ring anschließend durch Rollformen oder Tiefziehen umgeformt wird. Dieser Tragring wird durch Vulkanisieren eines

- 3 -

Kunststoffes zu einem dynamischen Dichtring, insbesondere einem Wellendichtring weitergebildet. Eine balgartiges metallisches Dichtelement und ein Verfahren zur Herstellung desselben sind nicht offenbart.

5 Aus der DE 197 55 391 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Dichtrings bekannt, bei dem in einem ersten Schritt durch Bilden eines hohlzylindrischen Ringes aus einem Flachmaterial ein Tragringrohling gefertigt wird. Dieser Tragringrohling wird anschließend durch ein Tiefziehverfahren umgeformt. Der Tragringrohling dient als Stützgerüst für eine Umspritzung mit einem Polymerkunststoff zur Ausbildung z.B. eines Wellendichtringes. Der metallische
10 Tragring dieses Dichtringes hat also selbst keine dichtende Funktion.

Aus der GB 1 369 312 ist es bekannt, einen im Querschnitt c-förmigen Dichtungsring aus einem zylinderrohrförmigen Rohling durch einen Tiefziehprozess herzustellen. Dieser Dichtring ist mit seinem Querschnitt in einer Axial-
15 richtung parallel zur Mittelachse des Rohlingzylinders geöffnet. Bei einer solchen Ausgestaltung kann das Tiefziehen angewendet werden. Dieses Herstellverfahren ist ungeeignet, sofern es beabsichtigt ist, einen Dichtring herzustellen, dessen Querschnitt radial nach innen oder nach außen gerichtet
20 offen ist oder sein soll.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines profilierten Rings bereitzustellen, um eine bessere Qualität
25 profilierter Ringe zu erreichen bei gleichzeitiger Materialersparnis und geringerem Herstellungsaufwand.

Weiterer Aufgabenaspekt ist es, ein Verfahren anzugeben, mit dem in kostengünstiger, einfacher und prozesssicherer Art und Weise metallische balgartige Dichtelemente, insbesondere im Querschnitt gewellt ausgebildete
30 metallische balgartige Dichtelemente herstellbar sind.

Des Weiteren soll soweit wie möglich, insbesondere vollständig eine spanende Nachbearbeitung vermieden werden.

Des Weiteren soll ein Verfahren angegeben werden, bei dem auf eine konventionelle Innenhochdruckumformung zur Herstellung des balgartigen Dichtelements vollständig verzichtet werden kann.

5

Es wird vorgeschlagen, dass das Verfahren zur Herstellung eines profilierten Rings, insbesondere Metallrings erfindungsgemäß die folgenden Schritte umfasst:

10 Bereitstellen eines zylindrischen Rings mit einem in axialer Richtung vorderen und einem hinteren Umfangsrand und einer zwischen den axialen Rändern ausgebildeten Mantelfläche,
Anordnen des zylindrischen Rings in einem Formwerkzeug, insbesondere Gesenk derart, dass der Ring temporär abgestützt ist, vorzugsweise im Bereich des vorderen und des hinteren Umfangsrandes,
15 entlang dem Umfang des Rings kontinuierliches abschnittsweises Umformen des zylindrischen Rings zu einem profilierten Ring durch Ausüben von Druck in im Wesentlichen radialer Richtung mittels wenigstens eines Profilierungselements, wobei das wenigstens eine Profilierungselement und das Formwerkzeug relativ zueinander bewegt werden, insbesondere zueinander verdreht werden oder/und zueinander linear bewegt werden.
20

Vorzugsweise wird der zylindrische Ring mit seinen axialen Rändern vor dem Schritt des Umformens zu einem profilierten Ring am Gesenk in Anlage gebracht, vorzugsweise in diesem eingespannt und gemeinsam mit dem Gesenk in Drehung um eine Gesenkdrehachse versetzt. Hierdurch kann der umzuformende Ring relativ zum Profilierungselement verdreht werden, so
25 dass der Ring mittels des Profilierungselements kontinuierlich umgeformt werden kann.

30 Das wenigstens eine Profilierungselement kann bezogen auf den Ring in radialer Richtung zu dessen Innenumfang bewegt werden, um die Mantelfläche des Rings in radialer Richtung nach außen zu drücken. Je weiter fortgeschritten der Umformvorgang des Rings ist, umso mehr kommt die ursprüng-

- 5 -

liche Mantelfläche des zylindrischen Rings in profilierter Form in Anlage an die Gesenkform.

5 Beim Verfahren wird ferner vorgeschlagen, dass das wenigstens eine Profilierungselement rollenartig ausgeführt ist und während des Umformvorgangs eine Drehbewegung um seine zur Gesenkdrehachse in radialer Richtung versetzte und in axialer Richtung normalerweise parallele Rollendrehachse durchführt. Eine derartige rollenartige Ausgestaltung des Profilierungselements und Drehbarkeit des Profilierungselements unterstützt ebenfalls die
10 bereits oben angesprochene kontinuierliche Umformung des zylindrischen Rings zum fertigen profilierten Ring. Die Profilierung des zylindrischen Rings erfolgt also durch Aufbringen von Druck in radialer Richtung mittels des Profilierungselements und durch Abrollen des Gesenks zusammen mit dem Ring entlang dem Profilierungselement. Selbstverständlich ist auch eine kinematische Umkehrung denkbar, nämlich dass das Gesenk mit aufgenommenem zylindrischem Ring drehfest angeordnet ist und das Profilierungselement entlang dem Innenumfang des umzuformenden Rings eine kreisförmige Bewegung durchführt.
15

20 Bevorzugt ist die Drehbewegung des Profilierungselements eine durch die Drehung des Gesenks und des Rings insbesondere durch Reibung übertragene passive Drehbewegung oder/und eine durch einen Rollenantrieb erzeugte aktive Drehbewegung. Im Falle einer aktiven Drehbewegung ist es auch denkbar, dass das Profilierungselement nur zu Beginn eines Umformvorgangs aktiv angetrieben wird, um das Profilierungselement entsprechend
25 einer Drehgeschwindigkeit des Gesenks und des Rings auf eine im Wesentlichen gleiche Drehgeschwindigkeit bringen zu können.

30 Das Profilierungselement wird vorzugsweise so lange in radialer Richtung Druck auf den Ring ausüben, bis die Umformung des zylindrischen Rings zum profilierten Ring vollständig abgeschlossen ist. Im Falle eines rollenartigen Profilierungselements wird der Ring wenigstens eine volle Drehung um 360° um die Gesenkdrehachse durchführen, so dass er vollständig profiliert

ist. Denkbar ist auch, dass das Profilierungselement zunächst mit einem geringeren Druck während einer ersten vollständigen Umdrehung des Rings eine Vorprofilierung des Rings durchführt und anschließend der Druck in radialer Richtung erhöht wird, also das Profilierungselement relativ zum Gesenk linear weiter in Richtung des Rings verschoben wird, um den Ring während einer zweiten oder weiteren vollständigen Umdrehung fertig umzuformen. Die Wahl der Anzahl Umdrehungen des Rings während des Umformvorgangs bis zur vollständigen Profilierung des Rings kann entsprechend der Profilierungskomplexität bzw. des eingesetzten Materials, insbesondere auch der Materialdicke beliebig gewählt werden.

Wenn mehr als ein Profilierungselement zum Einsatz kommen sollten, kann die Anzahl Umdrehungen in Abhängigkeit der Anordnung der Profilierungselemente zueinander ggf. reduziert werden. Wenn beispielsweise drei Profilierungselemente vorgesehen sind, welche entlang dem Ringumfang regelmäßig verteilt angeordnet sind, kann eine vollständige Profilierung des Rings ggf. schon nach Drehung um einen Dreitelkreis, also etwa 120° erfolgt sein. Im Falle einer kinematischen Umkehrung (feststehender Ring) rollt das Profilierungselement entlang dem Ringumfang ab, bis es wenigstens einmal dem gesamten Umfang gefolgt ist.

Nach Abschluss der Profilierung des Rings kann der Ring aus dem Gesenk entnommen werden. Dabei wird vorzugsweise nach Abschluss der Profilierung des Rings das Profilierungselement in radialer Richtung weg vom Ring bewegt, um diesen freizugeben.

Während des Umformvorgangs wird also der umzuformende Ring abschnittsweise und kontinuierlich zwischen dem Profilierungselement und dem Gesenk aufgenommen und entsprechend der Formgebung des Profilierungselements bzw. des Gesenks wird die Mantelfläche des zylindrischen Rings in die gewünschte Profilform gebracht. Solange das Profilierungselement am Ring anliegt, ist dieser zwischen Profilierungselement und Gesenk festgeklemmt. Diese klemmende Wirkung kann dann nach Abschluss der

- 7 -

Profilierung durch Wegbewegen des Profilierungselements insbesondere in radialer Richtung vom Ring gelöst werden. Der fertig profilierte Ring kann dann insbesondere durch Öffnen des Gesenks aus diesem herausgenommen werden.

5

Sofern bereits profilierte Ringe vorliegen, die ggf. durch ein anderes Verfahren hergestellt worden sind, aber hinsichtlich ihrer Präzision nicht ausreichend gearbeitet worden sind, wird gemäß einem weiteren Aspekt ein Verfahren zur Nachbearbeitung eines bereits profilierten Rings, insbesondere Metallrings, vorgeschlagen, das folgende Schritte umfasst:

10

Bereitstellen des profilierten Rings,

Anordnen des zylindrischen Rings in einem Gesenk,

entlang dem Umfang des Rings kontinuierliches abschnittsweises Umformen des nachzuarbeitenden Rings zu einem fertig profilierten Ring durch Aus-

15

üben von Druck in im Wesentlichen radialer Richtung mittels wenigstens eines Profilierungselements, wobei das wenigstens eine Profilierungselement und das Gesenk relativ zueinander bewegt werden, insbesondere zueinander verdreht werden oder/und zueinander linear bewegt werden.

20

Ein derartiges Nachbearbeitungsverfahren ermöglicht eine einfache Qualitätsverbesserung bei bereits hergestellten profilierten Ringen. Selbstverständlich sollte das Gesenk und das Profilierungselement der Profilform des bereits profilierten Rings im Wesentlichen entsprechen.

25

Ferner betrifft die Erfindung auch eine Umformvorrichtung zum Durchführen eines oben beschriebenen Herstellungsverfahrens bzw. eines Nachbearbeitungsverfahrens, wobei die Umformvorrichtung umfasst:

ein Gesenk, in welchem ein umzuformender Ring aufnehmbar ist,

wenigstens ein Profilierungselement, wobei das wenigstens eine Profile-

30

ierungselement und das Gesenk derart angeordnet sind, dass sie relativ zueinander beweglich sind, insbesondere zueinander drehbar oder/und zueinander linear beweglich sind, wobei das wenigstens eine Profilierungselement derart ausgebildet ist, dass in radialer Richtung bezogen auf den im Gesenk

- 8 -

aufgenommenen Ring abschnittsweise Druck auf das Gesenk und den darin aufgenommenen zylindrischen Ring ausübbar ist, um den zylindrischen Ring zu einem profilierten Ring umzuformen.

5 Bevorzugt ist das Gesenk um eine Gesenkdrehachse drehbar.

Das wenigstens eine Profilierungselement ist vorzugsweise rollenartig ausgebildet und mit seiner Außenumfangsfläche zu einem korrespondierenden Formabschnitt des Gesenks hin beweglich, vorzugsweise derart, dass wäh-
10 rend des Umformens des zylindrischen Rings zum profilierten Ring die Außenumfangsfläche und der Formabschnitt wenigstens teilweise ineinander greifen. Dieses Ineinandergreifen erfolgt selbstverständlich unter Zwischenlage des zu profilierenden bzw. profilierten Rings, so dass an sich kein direkter Kontakt zwischen dem Profilierungselement und dem Gesenk besteht.

15

Das wenigstens eine Profilierungselement ist vorzugsweise drehbar um eine Rollenachse gelagert. Hierdurch kann das beim Verfahren angesprochene Abrollen des Profilierungselements entlang dem Ringumfang (Innenumfang des Rings) bei drehendem Gesenk bzw. Ring ermöglicht werden.

20

Vorzugsweise umfasst die Umformvorrichtung eine Gesenkantriebseinrichtung, die das Gesenk um die Gesenkdrehachse in Drehung versetzt.

25

Ferner kann eine Profilierungsantriebseinrichtung vorgesehen sein, welche das wenigstens eine Profilierungselement bezogen auf die Gesenkdrehachse in radialer Richtung relativ zum Gesenk linear bewegt.

30

Die Profilierungsantriebseinrichtung kann das wenigstens eine Profilierungselement wenigstens zeitweise während des Umformvorgangs in Drehung um die Rollenachse versetzen.

Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Arbeitsmaschine, insbesondere einen Stanz- oder/und Biegeautomaten mit wenigstens einer damit in Wirk-

- 9 -

verbindung stehenden Umformvorrichtung zur Durchführung der angesprochenen Verfahrensschritte.

5 Aufgabe der Erfindung unter einem weiteren Aspekt ist es, ein präzise fertigbares, insbesondere ohne spanende Nachbearbeitung präzise fertigbares balgartiges Dichtelement bereitzustellen, welches zudem in einer Axialrichtung ein vergrößertes Längenausgleichsvermögen besitzt. Weiterhin soll ein metallisches Dichtelement angegeben werden, welches in einfacher Art und Weise hinsichtlich seiner Federrate in axialer Richtung konstruktiv an unterschiedlichste Randbedingungen anpassbar ist.

10 Des Weiteren soll ein metallisches, balgartiges Dichtelement angegeben werden, das insbesondere bei Hochtemperaturanwendungen, beispielsweise im Abgasstrang eines Kraftfahrzeuges oder anderen Heißtemperaturanwendungen seine federnde Vorspannung über die Lebensdauer besser behält, als bereits bekannte metallische Dichtelemente.

20 Ein solches Dichtelement ist nach dem oben erläuterten Verfahren herzustellen. In etwas abgewandelter Formulierung kann das Herstellungsverfahren auch wie folgt beschrieben werden:

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen eines metallischen, insbesondere balgartigen Dichtelements weist zumindest folgende Schritte auf:

- 25
- a) Bereitstellen eines rohrförmigen Rohlings als Ring aus Metall;
 - b) Anordnen des Rohlings innerhalb zumindest eines eine Querschnittkontur eines Dichtelements als Formrelief aufweisenden Formwerkzeugs, insbesondere Gesenks, wobei als Profilierungselement ein Rollenstempel, der vorzugsweise ein zum Relief korrespondierendes Gegenformrelief aufweist, innerhalb des Rohlings angeordnet ist, wobei zur Formgebung
- 30
- ein Aufbringen einer bezüglich des Rohlings radial nach außen gerichteten Anpresskraft F erfolgt, die den Rollenstempel ge-

- 10 -

- gen eine Innenseite des Rohlings drückt und
- ein Abrollen des Innenstempels während des Aufbringens der Anpresskraft F auf der Innenseite des Rohlings erfolgt, wobei der Rohling umlaufend die Querschnittskontur des Formreliefs annehmend plastisch verformt wird.

5

Somit erfolgt die Formgebung des balgartigen Dichtelements dadurch, dass der Rohling unter Aufbringen bzw. Aufrechterhalten einer Anpresskraft F in radialer Richtung zwischen dem Rollenstempel und dem Formwerkzeug eingeklemmt rollend geformt wird. Die Anpresskraft F , die auf eine Innenseite des Rohlings wirkend durch Zustellen des Rollenstempels radial nach außen auf das Formwerkzeug erzeugt wird, wird zweckmäßiger Weise mit zunehmender Zustellung des Rollenstempels radial nach außen erhöht, zumindest allerdings gleich gehalten. Dies bedeutet, dass mit wachsender Verformung des Rohlings im Formrelief durch Nachstellen des Rollenstempels radial nach außen auf das Formwerkzeug zu die Anpresskraft F aufrechterhalten oder sogar gesteigert werden sollte.

10

15

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren weiterhin den Schritt, dass das Formwerkzeug mittels eines Antriebes aktiv in Rotation versetzt wird und der Rollenstempel mittels eines weiteren Antriebes aktiv in Rotation versetzt wird, derart dass der Rollenstempel schlupffrei oder annähernd schlupffrei mit dem Rohling in Kontakt gelangt und wobei der aktive Antrieb des Rollenstempels abgeschaltet wird, wenn der Rollenstempel mit dem Rohling in Reibkontakt steht und der Rollenstempel während der Formgebung schleppend über Reibung vom Rohling drehend angetrieben wird.

20

25

In einer Weiterbildung der Erfindung werden der Rollenstempel oder/und das Formwerkzeug um seine jeweilige Mittelachse aktiv in Rotation versetzt und es werden in Radialrichtung der Rollenstempel und das Formwerkzeug aktiv einander angenähert.

30

- 11 -

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann das Dichtelement nach der Formgebung im Formwerkzeug in seiner Axialrichtung ein Stück gestaucht werden. Hierdurch können insbesondere im Längsschnitt Hinterschnitte erzeugt werden, die im Formwerkzeug zusammen mit dem Rollenstempel alleine so nicht herstellbar wären. Insbesondere können
5 Wandungsbereiche, die von Bogenabschnitten abgehen, sich verjüngend aufeinander zulaufen.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Dichtelement zu einem Oval verformt, vorzugsweise gestaucht werden, was insbesondere für die Montage auf zylindrischen Bauteilen eine Klemmung bewirkt und somit eine Verliersicherung bzw. Montageerleichterung darstellt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in vorteilhafter Weise als Vorformschritt, danach als Fertigformschritt und gegebenenfalls als Kalibrierschritt angewendet werden, dies ggf. in unterschiedlichen Formwerkzeugen. Hierdurch ist in einfacher mehrstufiger Art und Weise mit ein und demselben prinzipiellen Herstellverfahren das Dichtelement herstellbar. Im Gegensatz
20 dazu muss im Stand der Technik das konventionelle Innenhochdruckumformverfahren, gegebenenfalls ein Trennverfahren und ein anderweitiges Nachformverfahren, z.B. ein spanendes Nachformen angewendet werden.

In einer besonderen Ausführungsform können aufeinanderfolgende oder benachbarte Bogenabschnitte des Dichtelements mittels des Rollenstempels
25 einzeln und nacheinander gefertigt werden. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn Rillen und Bogensegmente eines Dichtelements einen gewissen axialen Mindestabstand voneinander haben. So kann beispielsweise ein Dichtelement ausgebildet werden, das benachbart zu einer Dichtkante einen
30 Bogenabschnitt aufweist, dann ein Stück zylinderrohrförmig verläuft und anderendig im Bereich der zweiten Dichtkante wiederum einen Bogenabschnitt besitzt. Selbstverständlich ist es in einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens auch möglich, mittels eines Mehrfachrollen-

stempels gleichzeitig mehrere Bogenabschnitte, insbesondere bis zu vier Bogenabschnitte des Dichtelements zu formen.

Als Rohling kann im Rahmen der Erfindung ganz allgemein insbesondere ein
5 aus einem Blechstreifen hergestellter Rohrabschnitt mit einer Nahtstelle verwendet werden, wobei der Rohrabschnitt an der Nahtstelle bevorzugt verschweißt oder verlötet ist. Gleichwohl kann auch ein nahtloses Rohr verwendet werden, wobei insbesondere bei Anwendungen im Fahrzeugbau sicherlich die erste Variante die kostengünstigere ist.

10 In einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Formwerkzeug als nicht teilbares, gegebenenfalls aber als zerlegbares Formwerkzeug ausgebildet, dessen kleinster freier Innendurchmesser D_1 größer ist als der End-außendurchmesser D_2 des Rohlings oder eines auch
15 in einem Zwischenformschritt vorliegenden Rohlings oder des Dichtelements, so dass in jedem Fall das umgeformte Teil aus dem Formwerkzeug entnehmbar ist.

Bei dieser Werkzeuggestaltung ist während des Formgebungsschrittes das
20 Dichtelement bzw. der Rohling im Formwerkzeug exzentrisch angeordnet und steht lediglich mit einem Formrelief, welches beispielsweise aus einem Reliefsteg des Formwerkzeugs und aus einem Gegenrelief des Rollenstempels gebildet wird, in Kontakt.

25 Insbesondere hat sich bewährt, dass der freie Innendurchmesser des Formwerkzeugs ca. 1% bis 40%, bevorzugt 2% bis 20%, idealerweise 3% bis 10% größer ist als der Außendurchmesser D_1 des Dichtelements.

In vergleichbarer Art und Weise gilt dies auch für den Rollenstempel, wobei
30 der Rollenstempel bevorzugt einen größten Außendurchmesser D_a hat, der kleiner ist als der kleinste Innendurchmesser D_1 des geformten Dichtelements oder des Rohlings oder des Rohlings in einer Zwischenformstufe, so dass nach dem Formgebungsschritt der Rohling oder das Dichtelement vom

- 13 -

Rollenstempel abgenommen werden kann. In bevorzugter Art und Weise ist der Außendurchmesser D_a des Rollenstempels um 1% bis 40%, bevorzugt 2% bis 20%, idealerweise 3% bis 10% kleiner als der kleinste freie Innendurchmesser D_1 des geformten Dichtelements.

5

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird der Rohling vor der Formgebung mittels eines Bodenstücks und gegebenenfalls auch mittels einer Deckelplatte, welche z.B. Teil des Formwerkzeuges sein kann, in einer Axialrichtung relativ zum Formrelief positioniert und/oder gehalten.

10

In einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens kann der Rohling während des Formgebungsschrittes durch das Bodenstück und die Deckelplatte festgelegt werden, wobei vorteilhafterweise das Bodenstück und/oder die Deckelplatte während des Formgebungsschrittes in Axialrichtung an die sich vermindernde axiale Höhe h des Rohlings während der Verformung angepasst zugestellt werden.

15

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird auf den Rohling oder das in einem Verformungsschritt befindliche Dichtelement während des Formgebungsschrittes eine axiale Stauchkraft aufgebracht, um das Fließen des Werkstoffes des Rohlings und das Anschmiegen des Rohlings an das Formrelief zu unterstützen.

20

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein balgartiges Dichtelement, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar ist bzw. hergestellt wird.

25

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Dichtelement zumindest in einem Randbereich im Querschnitt einen Knick auf, wobei der Knick im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Dichtelements eine Dichtkante bildet.

30

In einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung ist das Dichtelement in seiner Axialrichtung sich konisch verjüngend oder erweiternd aus-

- 14 -

gebildet.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Dichtele-
ments ist, dass freie Kanten des Dichtelementes am einen Enden des Dicht-
5 elements radial nach innen zur Mittelachse des Dichtelementes hinweisen.

In besonderer Art und Weise ist es vorteilhaft, dass das erfindungsgemäße
Dichtelement balgartig ausgebildet ist, so dass es in Axialrichtung federnd
ausgebildet ist und somit im verbauten Zustand eine Eigenvorspannung und
10 ein Längenanpassungsvermögen besitzt.

Insbesondere bei Heißgasanwendungen ist eine balgartige Ausgestaltung
des federnden Dichtelementes von besonderem Vorteil, da die Spannungen
in mehreren Bogenabschnitten eines derart federnd vorgespannten Dichtele-
15 ments geringer ist als bei einem im Querschnitt c-förmigen Dichtelement, so
dass bei hohen Temperaturen ein Fließen des Materiales beim erfindungs-
gemäßen Dichtelement erst später stattfindet. Somit sind die erfindungsge-
mäßigen Dichtelemente im Hochtemperaturbereich besonders vorteilhaft ein-
setzbar.

20 Als Werkstoffe für das erfindungsgemäße Dichtelement hat sich insbesonde-
re Stahl, insbesondere rostfreier Stahl oder hochlegierte Nickellegierungen
oder Nickel-Kobalt-Legierungen, z. B. Inconel, und Federstahl bewährt.

25 Weitere vorteilhafte Werkstoffe sind in der sich anschließenden Beschrei-
bung genannt.

Für einen typischen Einsatz im Fahrzeugbau, insbesondere im Heißgasbe-
reich, z.B. im Abgasstrang eines Kraftfahrzeugs oder Nutzfahrzeugs haben
30 sich Dichtelemente mit Wandstärken im Bereich zwischen 0,1 mm und 0,3
mm bewährt.

In besonders bevorzugter Art und Weise können Radien R_1 , R_2 , R_3 der Bo-

genabschnitte des balgartigen Dichtelements unterschiedlich groß sein. Dies eröffnet insbesondere eine große konstruktive Freiheit bei der Auslegung und Anpassung eines Dichtelements an konstruktive Randbedingungen.

5 Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren beispielhaft und nicht einschränkend anhand von Ausführungsformen beschrieben.

10 Fig. 1 zeigt in den Teilfiguren a) bis c) rein schematisch und in einer Art Prinzipdarstellung Schritte des Verfahrens zur Herstellung eines profilierten Rings in einer Art Frontansicht auf ein Gesenk und ein zugehöriges Profilierungselement.

15 Fig. 2 und 3 zeigen in den Darstellungen 2a) bis c) bzw. 3a) und b) rein schematisch und in Prinzipdarstellung das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren in einer vergrößerten und vereinfachten Schnittdarstellung von Gesenk, umzuformendem Ring und Profilierungselement.

20 Fig. 4 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung ein Beispiel eines zweiteiligen Gesenks mit einem Profilierungselement zur Durchführung des Verfahrens.

25 Fig. 5 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel eines Gesenks mit Profilierungselement als Teilansicht in einer Schnittdarstellung einer größeren Arbeitsmaschine.

30 Fig. 6 zeigt schematisch vergrößert im Längsschnitt (Linie A-A aus Figur 7a) ein erfindungsgemäßes metallisches, balgartiges Dichtelement.

Fig.7a,7b,7c zeigen eine Draufsicht, eine Seitenansicht und eine isometrische Ansicht eines erfindungsgemäßen metallischen balgartigen

gen Dichtelements.

- 5 Fig. 8 zeigt eine Längsschnittdarstellung (Linie A'-A' aus Figur 7) des erfindungsgemäßen metallischen balgartigen Dichtelements.
- Fig. 9 zeigt schematisch einen Rohling für ein erfindungsgemäßes Dichtelement.
- 10 Fig. 10 zeigt einen Querschnitt durch ein Herstellwerkzeug (Vorformschritt) zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Dichtelements.
- Fig. 10a zeigt einen Detailausschnitt aus der Fig. 10 (Detail X).
- 15 Fig. 11 zeigt einen Querschnitt durch ein zweites Herstellwerkzeug zur Herstellung des erfindungsgemäßen metallischen Dichtelements (Nachformschritt);
- 20 Fig. 11a zeigt das Detail X aus Fig. 11 und
- Fig. 12 zeigt schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens.
- 25 Fig. 1 zeigt in Teilfigur a) schematisch und stark vereinfacht eine Umformvorrichtung 10 zur Durchführung eines Verfahrens zur Herstellung von Profilringen. Die Umformvorrichtung 10 umfasst ein Gesenk 12, das vorzugsweise ringartig bzw. ringähnlich ausgebildet ist, und ein Profilierungselement 14. Das Gesenk 12 und das Profilierungselement 14 sind relativ zueinander beweglich, insbesondere relativ zueinander drehbar oder/und in radialer Richtung bezogen auf eine Gesenkachse GA relativ zueinander verschieblich.
- 30 Das Profilierungselement 14 ist vorzugsweise rollenartig ausgebildet und wird nachfolgend auch als Profilierungsrolle bezeichnet.

- 17 -

In radialer Richtung ist in Fig. 1a) zwischen dem Gesenk 12 und der Profilierungsrolle ein umzuformender, insbesondere metallischer Ring 16 schematisch dargestellt. Der Ring 16 ist zwecks Erläuterung des Herstellungsverfahrens hier konzentrisch zum Gesenk 12 dargestellt. Es ist allerdings nicht
5 zwingend erforderlich, dass der umzuformende Ring 16 zu Beginn eines Umformvorgangs immer genau konzentrisch zum Gesenk bzw. der Profilierungsrolle 14 angeordnet ist. Es ist auch denkbar, dass der Ring 16 mit seinem Außenumfang beispielsweise schwerkraftbedingt an einem unteren Umfangsabschnitt des Gesenks 12 anliegt.

10 Fig. 1b) zeigt den Zustand der Umformvorrichtung beim Umformen des Rings 16 zum profilierten Ring. Wie aus dieser Darstellung ersichtlich, wurden das Profilierungselement 14 und das Gesenk 12 in radialer Richtung R relativ zueinander verschoben. Diese Relativbewegung kann auch dadurch
15 erreicht werden, dass nur das Profilierungselement 14 oder nur das Gesenk 12 zusammen mit dem Ring 16 in radialer Richtung R verschoben wird. Bevorzugt ist eine radiale Verschiebung der Profilierungsrolle 14. Im vorliegenden Beispiel ist angedeutet, dass die Profilierungsrolle 14 zu einem oberen Innenumfangsabschnitt des Gesenks 12 hin bewegt wird. Selbstverständlich
20 kann die Profilierungsrolle 14 in jede beliebige radiale Richtung ausgehend von der Gesenkachse GA bewegt werden, also auch nach unten bzw. nach links oder rechts bezogen auf die vorliegende Darstellung.

25 Um den Ring 16 kontinuierlich und abschnittsweise in Umfangsrichtung umformen zu können, wird der Außenumfang der Profilierungsrolle 14 in radialer Richtung gegen einen Innenumfangsabschnitt des Gesenks 12 gedrückt, so dass der Ring 16 zwischen der Profilierungsrolle 14 und dem Gesenk eingeklemmt und entsprechend der Gesenkform bzw. Profilierungsrollenform umgeformt wird. Während dieses Umformvorgangs drehen das Gesenk 12,
30 der Ring 16 und die Profilierungsrolle 14 relativ zueinander. Es ist dabei bevorzugt, wenn das Gesenk 12 mit dem darin aufgenommenen Ring 16 angetrieben wird durch eine entsprechende, hier nicht dargestellte Antriebsvorrichtung für das Gesenk. Die Profilierungsrolle 14 ist bevorzugt drehbar um

- 18 -

eine Rollenachse RA gelagert, so dass sie im Zustand gemäß Fig. 1b) passiv aufgrund der wirkenden Reibungskräfte mitgedreht werden kann. Alternativ ist es auch denkbar, dass die Profilierungsrolle 14 über einen eigenen Antrieb verfügt, welcher wenigstens zeitweise die Abrollbewegung der Profilierungsrolle 14 entlang dem Innenumfang des Gesenks 12 unterstützt. Das kontinuierliche gegenseitige Abrollen von Gesenk 12, Ring 16 und Profilierungsrolle 14 aneinander führt dazu, dass der Ring 16 fortlaufend umgeformt wird. Aufgrund der in Fig. 1b) dargestellten Drehrichtung im Uhrzeigersinn (Pfeil DR) ist bereits ein umgeformter Profilringabschnitt 16a ersichtlich. Die Drehbewegung des Gesenks 12 erfolgt wenigstens so lange, bis der gesamte Ring 16 vollständig umgeformt worden ist, also das Gesenk bzw. der Ring wenigstens eine volle Umdrehung um 360° oder ggf. etwas mehr durchgeführt hat. Gegebenenfalls kann das Gesenk 12 und auch der Ring 16 mehrere Umdrehungen durchführen, bis der profilierte Ring vollständig hergestellt ist. Dabei ist es insbesondere denkbar, dass bei einer ersten Umdrehung die Profilierungsrolle 14 mit einem noch etwas geringeren Druck in radialer Richtung auf den Ring wirkt und bei einer folgenden Drehung der Druck noch erhöht wird. Bevorzugt erfolgt die Umformung des Rings 16 zum fertigen Profilring allerdings durch eine vollständige Umdrehung.

Fig. 1c) zeigt den Zustand der Umformvorrichtung nach Abschluss des Profilierungsvorgangs, wobei nun der gesamte Ring 16 umgeformt worden ist, also nun als Profilring im Gesenk 12 vorhanden ist. Die Profilierungsrolle 14 wurde in radialer Richtung wieder weg vom Innenumfang des Gesenks 12 bewegt, so dass der Profilring 16 wieder freigegeben wird und aus dem Gesenk 12 entnommen werden kann. Der profilierte Ring 16 ist in der Fig. 1c) etwas dicker dargestellt, da er aufgrund der Profilgebung eine größere, in axialer Richtung sichtbare Umfangsfläche aufweist.

Die Fig. 2 und 3 zeigen stark vereinfacht und schematisch Schnittdarstellungen entsprechend den Schnittlinien II-II bzw. III-III der Fig. 1, wobei Fig. 2a) im Wesentlichen der Fig. 1a) entspricht, Fig. 2c) im Wesentlichen der Fig. 1b) und Fig. 3b) im Wesentlichen der Fig. 1c). Die in den Fig. 2b) und 3a)

- 19 -

dargestellten Schnittdarstellungen stellen Zwischenschritte des Verfahrens dar, die in der Fig. 1 nicht ersichtlich sind.

Fig. 2a) zeigt in Schnittdarstellung den zylindrischen Ring 16, der insbesondere mit einem vorderen bzw. hinteren Umfangsrand 16-1 bzw. 16-2 im Gesenk 12 aufgenommen, insbesondere in diesem eingespannt ist. Die Profilierungsrolle 14 ist noch im Abstand zum Gesenk 12 angeordnet, so dass der Ring 16 zwischen Profilierungsrolle 14 und Gesenk 12 in die Umformvorrichtung aufgenommen werden konnte.

Fig. 2b) zeigt das relative Verschieben von Profilierungsrolle 14 und Gesenk 12 zueinander in radialer Richtung R (siehe Pfeil in Fig. 2a)). Dabei wird bevorzugt die Profilierungsrolle 14 in radialer Richtung zum Gesenk 12 hin bewegt. Dabei berührt der Ring 16 mit seiner Mantelfläche 16-3 Abstützradienabschnitte 18 des Gesenks 12. Der Ring 16 wird also unter Wirkung der Profilierungsrolle 14 um diese Abstützradien 18 in gewisser Weise verkippt und in radialer Richtung in das Gesenk 12 hineingedrückt. Das Umformen des Rings erfolgt, wie bereits zu Fig. 1 erläutert, durch Drehen des Gesenks zusammen mit dem Ring 16, so dass der Ring 16 abschnittsweise und kontinuierlich entlang seinem Umfang umgeformt wird.

Fig. 2c) zeigt den Zustand, in welchem der Profiling 16 am stärksten umgeformt wird, wenn die Profilierungsrolle 14 vollständig in das Gesenk 12 eingeführt ist. Je nach Ausgestaltung der Gesenkform und der zugehörigen Profilierungsrolle 14 können unterschiedlichste Formen von Profilingen hergestellt werden. Die hier im Querschnitt etwa V-förmige Ringform kann auch bogenförmig oder U-förmig, ggf. auch nahezu rechteckig oder dgl. ausgeführt sein. Bezogen auf den Ring ist dieser im vorliegenden Beispiel konvex bezogen auf seine Radialrichtung ausgeformt. Durch entsprechende Formgebung beim Gesenk und der Profilierungsrolle ist es allerdings ebenso denkbar, dass eine bezogen auf die Radialrichtung konkave Ausgestaltung gewählt wird.

- 20 -

Beim Abrollen des Gesenks 12, des Rings 16 und der Profilierungsrolle 14 aneinander wird beim Profilring 16 auch ein Randabschnitt 16-4 ausgebildet. Dieser Randabschnitt 16-4 kann durch Änderung der Formgebung bei der Profilierungsrolle 14 bzw. dem Gesenk 12 in gewünschtem Maße geglättet werden. Die gesamte Maßgebung des Ringes erfolgt in der in Fig. 2c) dargestellten Endposition der Profilierungsrolle 14. Insbesondere erfolgt in dieser Position eine Art Finish aufgrund der Druckkraft der Profilierungsrolle 14 auf den Profilring 16 zur Gesenkform 12 hin. Diese Druckkraft wirkt zu einem überwiegenden Teil in radialer Richtung. Nachdem der Profilierungsprozess gemäß Fig. 2c) für den gesamten Ring durchgeführt worden ist, also der Ring 16 mindestens eine vollständige Umdrehung in dieser Relativstellung von Profilierungsrolle 14 und Gesenk 12 zueinander erfahren hat, kann die Profilierungsrolle 14, wie in Fig. 3a) dargestellt, in radialer Richtung R wieder weg vom Gesenk 12 bewegt werden. Durch diese Bewegung wird die Klemmung des Rings 16 zwischen Profilierungsrolle 14 und Gesenk 12 gelöst, so dass der profilierte Ring 16, wie in Fig. 3b) dargestellt, aus dem Gesenk herausgenommen werden kann. Das Herausnehmen des profilierten Rings 16 erfolgt vorzugsweise automatisiert.

Fig. 4 zeigt beispielhaft ein Gesenk 112, das einen ersten Gesenkring 112a und einen zweiten Gesenkring 112b umfasst. Die beiden Gesenkringe 112a, 112b können vorzugsweise miteinander verschraubt werden, um ein vollständiges Gesenk 112 zu bilden. Aus der Schnittdarstellung der Fig. 4 ist auch die Gesenkachse GA ersichtlich, die bereits unter Bezugnahme auf die Fig. 1 erklärt worden ist. Ebenfalls dargestellt ist eine Profilierungsrolle 114, die in axialer Richtung in das Gesenk 112 einführbar ist. Die Profilierungsrolle 114 ist in radialer Richtung R relativ zum Gesenk 112 beweglich, um einen im Gesenk 112 aufgenommenen, hier nicht dargestellten Ring entsprechend dem vorgestellten Verfahren gemäß den Fig. 1 bis 3 umzuformen. Aus der Fig. 4 sind ferner eine Länge der Einzugsfläche 120 und eine sog. Gesenkbreite GB ersichtlich. Diese Einzugsflächenlänge 120 und die Gesenkbreite GB können entsprechend dem zu erzielenden Umformergebnis gewählt werden. Die Länge der Einzugsfläche 120 hat dabei insbesondere eine Auswir-

- 21 -

kung auf die Glättung des Randabschnitts 16-4 des profilierten Rings.

Fig. 5 zeigt in einer zur Fig. 3 ähnlichen Schnittdarstellung eine Umformvorrichtung 210, die an weiteren, nicht näher beschriebenen Komponenten einer Arbeitsmaschine mit einer solchen Umformvorrichtung angebracht ist. 5
Ersichtlich ist ein hier einstückig ausgebildetes Gesenk 212 und die Profilierungsrolle 214. Die Profilierungsrolle 214 ist mit einer Art Welle 222 mittels Schraubverbindungen 226 verbunden. Das Gesenk 212 ist in axialer Richtung durch vordere und hintere Begrenzungsbauteile 228 bzw. 230 geschlossen. 10
Im durch die Bauteile 228 und 230 gebildeten Zwischenraum ZR kann der umzuformende, hier nicht dargestellte Ring aufgenommen werden und dann mittels radialer Verstellung der Profilierungsrolle 214 zum Gesenk 212 hin umgeformt werden. Die zum Umformen erforderliche radiale Verschiebung erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel bezogen auf die gewählte 15
Darstellung nach oben entsprechend dem Pfeil R.

Das Gesenk 212 ist mit einer Welle 232 verbunden, welche selbst mit einem nicht dargestellten Antrieb verbunden ist, so dass das Gesenk 212 in Drehung um die Gesenkachse GA versetzt werden kann. 20

Ob das Gesenk ein- oder mehrteilig ausgeführt ist, spielt für die Durchführung des Herstellungsverfahrens eine untergeordnete Rolle. Wesentlich ist, dass das Gesenk und die Profilierungsrolle derart ausgebildet sind, dass sie relativ zueinander unter Zwischenlage des umzuformenden Rings aneinander abgerollt werden können. Durch diese Abrollbewegung erfolgt die abschnittsweise und kontinuierliche Umformung des Rings zum Profilring. 25

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter dem Aspekt der Herstellung eines balgartigen Dichtelements unter Bezugnahme auf die 30
Fig. 6 bis 12 erläutert.

Ein erfindungsgemäßes metallisches Dichtelement 1 (Figuren 6, 7a bis 7c) besitzt eine im Wesentlichen ringförmige Raumform und ist im Längsschnitt

- 22 -

5 balgartig gewellt nach Art eines Wellrohres mit umlaufenden wulstartigen Erhebungen 1a und rillenartigen Vertiefungen 1b ausgebildet. Unter "balgartig" im Sinne der Erfindung ist ein Gebilde mit Erhebungen 1a und Vertiefungen 1b zu verstehen, welches in einer Axialrichtung 100 federnd elastisch verformbar ist. Dies wird charakteristischerweise dadurch erreicht, dass zumindest einige Wandungsbereiche des Balges in einem Winkel $\neq 180^\circ$ zur Axialrichtung 100 angeordnet sind.

10 Die wulstartigen Erhebungen 1a weisen in einer Radialrichtung 101 nach außen, von einer Mittelachse M weg. Zwischen zwei wulstartigen Erhebungen 1a ist eine rillenartige Vertiefung 1b angeordnet. Die Erhebungen 1a besitzen außenseitig bezüglich des Dichtelements 1 einen Zenit Z. Innenseitig besitzen die rillenartigen Vertiefungen 1b einen Zenit Z'.

15 Das metallische Dichtelement besitzt eine erste freie Kante 2 und eine zweite freie Kante 3. Benachbart zu den freien Kanten 2, 3 sind 2 Dichtkanten (erste Dichtkante 4 und zweite Dichtkante 5) angeordnet. Im weiteren Verlauf des Querschnitts folgt auf die Dichtkante 4 zunächst ein erster Bogenabschnitt 6. Auf diesen folgend besitzt das metallische Dichtelement 1 einen gegenläufig gebogenen zweiten Bogenabschnitt 7. Zwischen dem zweiten Bogenabschnitt 7 der zweiten Dichtkante 5 sitzt ein dritter Bogenabschnitt 8.

25 Für die weitere Beschreibung wird eine Innenseite 11 und eine Außenseite 12 des Dichtelements 1 definiert.

Sowohl zwischen den Bogenabschnitten 6, 7, 8 als auch zwischen dem ersten Bogenabschnitt 6 und der Dichtkante 4 wie auch zwischen dem dritten Bogenabschnitt 8 und der zweiten Dichtkante 5 können gegebenenfalls im Querschnitt gerade Abschnitte vorhanden sein. Die Bogenabschnitte 6, 7, 8 können allerdings auch direkt ineinander übergehen oder direkt in die Dichtkanten 4, 5 einlaufen.

30 Das metallische Dichtelement besitzt eine Höhe h und einen Außendurch-

- 23 -

messer D_2 sowie einen freien Innendurchmesser D_1 .

Des Weiteren besitzt das metallische Dichtelement eine Mittelachse M.

5 Im dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 fluchten die freien Kanten 2, 3 in Axialrichtung 100 in etwa mit dem Zenit Z' .

Selbstverständlich ist es auch möglich, dass beispielsweise freie Kanten 2' oder 3' ausgebildet sind, die bezüglich des Zenits Z' radial näher bei der Mittelachse M enden. Dabei können solche freien Kanten 2', 3' einen unterschiedlichen Abstand zur Mittelachse M haben. Eine derartige Gestaltung des Dichtelements 1 ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne Weiteres realisierbar, wohingegen ein Herstellverfahren basierend auf einem innenhochdruckumgeformten Wellrohrrohling eine solche Gestaltung des Dichtelements nicht oder nur unter äußerst umständlichen Bedingungen ermöglicht. Bei einem solchen Verfahren gemäß dem Stand der Technik ist man auf die vorgeformte Raumform des Wellrohrrohlings angewiesen.

Obige Angaben gelten in Wesentlichen für kreisringförmige metallische Dichtelemente. Selbstverständlich sind auch abweichende Raumformen, beispielsweise ovalisierte metallische Dichtelemente 1 im Bereich der Erfindung anzusiedeln.

Derartige vorbeschriebene Dichtelemente 1 werden im Sinne der Erfindung als balgartige Dichtelemente angesehen, da sie in einer Axialrichtung 100 (parallel zur Mittelachse M) federnd nachgiebig mit gewelltem Längsschnitt ausgebildet sind, so dass ein axialer Längenausgleich zwischen zwei benachbarten Dichtungspartnern, zwischen denen das Dichtelement 1 angeordnet ist, möglich ist.

30

Ein solches balgartiges Dichtelement ist beispielsweise nicht im Tiefziehverfahren mit linear aufeinander zu bewegbaren Werkzeugformhälften herstellbar. Mit Tiefziehverfahren sind lediglich gewellte Dichtungsringe herstellbar,

- 24 -

deren welliger Verlauf in Radialrichtung 101 verläuft und nicht wie beim erfindungsgemäßen balgartigen Dichtelement in Axialrichtung 100.

5 Damit eine einwandfreie Dichtfunktion sichergestellt ist, sind an die geometrischen Abmessungen der metallischen Dichtelemente hohe Anforderungen zu stellen. Beispielsweise ist das Maß h (Höhe des metallischen Dichtelements) zwischen den Dichtkanten 4, 5 gemessen, umlaufend um das metallische Dichtelement lediglich im Zehntelbereich zu tolerieren. Beispielsweise hat sich bei einem Höhenmaß h von 8 mm eine Toleranz von $\pm 0,2$ mm bewährt. Diese Erfordernisse sind mit einem erfindungsgemäßen Dichtelement, hergestellt mit einem erfindungsgemäßen Verfahren, mit überschaubarem Aufwand gut realisierbar.

15 Als Radien R_1, R_2, R_3 der Bogenabschnitte 6, 7, 8 haben sich Radien von wenigen Millimetern, insbesondere im Bereich von 2 mm bis 5 mm bewährt. Die Radien R_1, R_2, R_3 können jeweils gleich groß oder unterschiedlich groß gewählt sein. Als freier Öffnungswinkel α , der bevorzugt für alle Bogenabschnitte 6, 7, 8 gleich ausgebildet ist, hat sich ein Winkel von $45^\circ \leq \alpha \leq 65^\circ$, insbesondere von $50^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ bewährt. Die Angaben beziehen sich auf die Maße des metallischen Dichtelements im nicht eingebauten, also nicht verspannten Zustand. Insbesondere kann es beispielsweise auch zweckmäßig sein, die freien Öffnungswinkel des ersten Bogenabschnitts 6 und des dritten Bogenabschnitts 8 gleich groß zu wählen und gegebenenfalls den freien Öffnungswinkel α des zweiten Bogenabschnitts 7 hiervon unterschiedlich zu wählen. In den meisten Fällen hat sich eine im Querschnitt symmetrische Ausbildung bewährt. Die Erfindung ist allerdings nicht auf diese Ausgestaltung beschränkt. Des Weiteren liegt es im Bereich der Erfindung, das Dichtelement auch mit mehr als den 3 beschriebenen Bogenabschnitten 6, 7, 8 herzustellen.

30

Die Bogenabschnitte 6, 7, 8 sind durchweg in Radialrichtung 101 des metallischen Dichtelements 1 nach innen oder außen offen, so dass auch die freien Kanten 2, 3 jeweils bevorzugt in Radialrichtung 101, jedenfalls im Wesentli-

- 25 -

chen in Radialrichtung 101 weisen. Zum Einbauen eines erfindungsgemä-
ßen metallischen Dichtelements 1 zwischen zwei abzudichtenden Teilen
10a, 10b (erstes Teil 10a, Teil 10b, in Figur 7b stark schematisiert darge-
stellt) wird durch Aufeinanderfügen oder Zueinanderfügen der abzudichten-
5 den Teile 10a, 10b das metallische Dichtelement 1 bezüglich seines Längs-
schnittes in Axialrichtung 100 verpresst. Hierdurch werden die Bogenab-
schnitte 6, 7, 8 federnd zusammengedrückt. Die erste Dichtkante 4 und die
zweite Dichtkante 5 werden somit zur axial äußersten Kante des Dichte-
lements 1, so dass ausschließlich die Dichtkanten 4, 5 am ersten Teil 10a
10 bzw. am zweiten Teil 10b anliegen und so eine definierte Liniendichtung si-
chergestellt ist.

Bevorzugte Werkstoffe zur Ausbildung des erfindungsgemäßen metallischen
Dichtelements 1 sind "AR Gasket", "B096", insbesondere sämtliche hoch-
15 temperaturfesten Edelstähle und Federstähle. Unter B096 sind hochlegierte
Nickelstähle zu verstehen. Ein besonders bevorzugter Werkstoff für das me-
tallische Dichtelement ist ein NiCr19Fe19Nb5Mo3-Stahl (Werkstoff Nr.
2.4668) nach DIN 59746.

20 Als Materialstärke für übliche Anwendungsgebiete, insbesondere beispiels-
weise bei Heißgasleitungen im Automobilbau und Nutzfahrzeugbau hat sich
eine Materialstärke s im Bereich zwischen 0,1 mm und 0,25 mm, insbeson-
dere im Bereich zwischen 0,1 mm und 0,2 mm bewährt.

25 Figur 8 zeigt eine Längsschnittdarstellung entlang der Linie A'-A' aus Figur 7
des erfindungsgemäßen metallischen balgartigen Dichtelements. Bei dieser
Ausführungsform wird insbesondere deutlich, dass zwischen den Bogen-
stücken 6, 7, 8 jeweils ebene oder nahezu ebene Abschnitte des Dichte-
lements 1 vorhanden sind, welche im gezeichneten Längsschnitt als gerade
30 oder nahezu gerade Längsschnittverläufe dargestellt sind.

Insbesondere kann bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Dichte-
lements 1 mit dem nachfolgend beschriebenen Herstellverfahren dafür Sorge

- 26 -

getragen werden, dass in den Bogenabschnitten 6, 7, 8 bei der Verformung eines Rohlings 200 (vgl. Figur 4) eine dünnere Materialstärke s' als die Ausgangsmaterialstärke s am fertigen Dichtelement 1 vorliegt. Hierdurch können insbesondere die federnden Eigenschaften des Dichtelements 1, insbesondere in Axialrichtung 100 gezielt beeinflusst werden. Es ist auch möglich, insbesondere im Bereich der Bogenabschnitte 6, 7, 8 einen erhöhten Pressdruck beim nachfolgend beschriebenen Herstellverfahren aufzubringen und somit eine Verfestigung des Materials, insbesondere eine Kaltverfestigung des Materials zu erzielen. Insbesondere können hierdurch Spannungen gezielt in das Dichtelement, insbesondere in die Bogenbereiche 6, 7, 8 eingetragen werden und somit die federnden Eigenschaften gezielt beeinflusst werden.

Im Folgenden wird das Herstellverfahren anhand der Figuren 9 bis 12 beispielhaft näher erläutert, wobei das Herstellverfahren insbesondere anhand von Zeichnungen betreffend das/die Herstellwerkzeuge gemäß den Figuren 10 bis 11 beschrieben wird.

Ausgangspunkt zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Dichtelements 1 ist ein bandförmiger Rohling 200, der Länge l' und der Breite h' . Dieser bandförmige Rohling 200 wird um eine Achse parallel zu einer Schmalseitenkante 201, beispielsweise der Mittelachse M zu einem zylinderförmigen Ring geformt und entlang der Schmalseitenkanten 201 verschweißt oder verlötet, so dass ein zylinderrohrförmiger Rohling 200 vorliegt.

Die im Folgenden verwendeten Begriffe "Axialrichtung 300" und "Radialrichtung 301" beziehen sich für die nachfolgende Beschreibung auf eine Radialrichtung und Axialrichtung des Herstellwerkzeuges und können mit der Radialrichtung 101 des Dichtelements 1 und mit der Axialrichtung 100 des Dichtelements 1, wie sie in der bisherigen Beschreibung verwendet wurden, zusammenfallen, müssen dies aber nicht.

Des Weiteren werden im Folgenden Begriffe wie "oben", "unten", "oberseitig"

und "unterseitig" verwendet. Diese Begriffe beziehen sich auf die Lage der Darstellungen in den Figuren. Selbstverständlich können in der Realität die Gesamtanordnung oder einzelne Anordnungen bezüglich einer vertikal oberen und einer vertikal unteren Lage auch vertauscht sein.

5

Ein Herstellwerkzeug zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besitzt ein Formwerkzeug 210 und einen Rollenstempel 211. Sowohl das Formwerkzeug 210 wie auch der Rollenstempel 211 sind um eine Mittelachse MW des Herstellwerkzeuges unabhängig voneinander oder gekoppelt aneinander in einer Doppelpfeilrichtung 212 drehbar antreibbar gelagert. Das Formwerkzeug 210 ist beispielsweise nach Art eines haubenartigen Gesenks, welches eine nach unten offene Gesenköffnung 213 besitzt, ausgebildet. Das Formwerkzeug ist beispielsweise aus einer Deckelplatte 214, einer Reliefplatte 215 und einer Halteplatte 216 ausgebildet. Die Halteplatte 216 und die Reliefplatte 215 besitzen eine lochartige Ausnehmung, welche zusammen mit einer sacklochartigen Ausnehmung der Deckelplatte 214 die Gesenköffnung 213 bilden. Die Reliefplatte 215 besitzt einen Reliefsteg 217, welcher radial nach innen in die Gesenköffnung 213 ragt. Die Gesenköffnung 213 hat einen minimalen freien Innendurchmesser D_i , welcher größer ist als ein Außendurchmesser D_2 des ringförmigen Rohlings 200 und weiterhin mindestens so groß gewählt ist, dass der maximale Innendurchmesser D_i größer ist als der größte Außendurchmesser auch jeder Umformstufe des Rohlings 200, insbesondere 1% bis 40%, bevorzugt 2% bis 20%, idealerweise 3% bis 30% größer ist.

25

Unterseitig besitzt das Formwerkzeug 210 ein Bodenstück 218. Das Bodenstück 218 schließt im Wesentlichen die Gesenköffnung 213 nach unten ab und besitzt eine Langlochausnehmung 219, die vom Rollenstempel 211 durchgriffen ist. Der Rollenstempel 211 hat einen Wellenstumpf 220 zum Anschluss an eine Antriebseinrichtung (nicht gezeigt). Innerhalb der Gesenköffnung 213 erweitert sich der Rollenstempel 211 pilzartig radial nach außen und besitzt ein zur Reliefplatte 215 bzw. zum Reliefsteg 217 korrespondierendes Gegenrelief 221. Der Rollenstempel 211 ist bezüglich des Formwerk-

30

- 28 -

zeugs 210 in einer Radialrichtung 301 innerhalb des Langloches 219 verschiebbar. Sowohl das Formwerkzeug 210 als auch der Rollenstempel 211 sind unabhängig voneinander oder auch zueinander gekoppelt antreibbar. Der Reliefsteg 217 und das Gegenrelief 221 bilden ein Formrelief 217, 221 zur Formgebung des Dichtrings.

Zur Durchführung eines Vorformschrittes gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist ein Rohling 200 auf dem Bodenstück 218 aufliegend in der Gesenköffnung 213 angeordnet, so dass der Rohling 200 bevorzugt zum Reliefsteg 217 Spiel aufweist und ebenso zum Rollenstempel 211 bzw. dessen Gegenrelief 221 Spiel aufweist.

Mittels des Bodenstücks 218, welches gegebenenfalls in Axialrichtung 300 axial verschiebbar, insbesondere antreibbar axial verschiebbar angeordnet ist, kann die Lage des Rohlings 200 in Axialrichtung 300 relativ zum Reliefsteg 217 vorbestimmt und eingestellt werden.

Nunmehr wird das Formwerkzeug 210 in Doppelpfeilrichtung 212 in Rotation versetzt. Der Rollenstempel 211 wird ebenfalls um seine Mittelachse in Rotation versetzt und in Radialrichtung 301 vorzugsweise motorisch relativ zum Formwerkzeug 210 zum Zwecke des Aufbringens einer Anpresskraft F radial versetzt. Dies erfolgt so lange, bis der Rohling 200 zwischen dem Reliefsteg 217 und dem Gegenrelief 221 eingeklemmt wird und somit der Rohling 200, welcher zunächst noch ruhend auf dem Bodenstück 218 gelagert war, zusammen mit dem Rollenstempel 211 und dem Formwerkzeug 210 in Rotation versetzt wird. Entlang der Radialrichtung 301 wird der Rollenstempel 211 mit einer Kraft (Anpresskraft F) beaufschlagt, so dass der Rohling 200, welcher zu diesem Zeitpunkt des Verfahrens exzentrisch bzgl. der Mittelachse MW im Formwerkzeug 210 angeordnet ist und lediglich mittels eines Teilbereichs des Formreliefs 217, 221 in Kontakt ist, geformt wird. Der Rohling 200 liegt somit während des Vorformschrittes in Umfangsrichtung gesehen lediglich teilbereichsweise exzentrisch versetzt am Formwerkzeug 210 innen, insbesondere am Reliefsteg 217 und am Rollenstempel 211 an. Lediglich im

- 29 -

Kontaktbereich zwischen dem Rollenstempel 211 und dem Rohling 200 und dem Formwerkzeug 210 findet unter der Anpresskraft F eine plastische Verformung statt, bei der mit zunehmendem radialen Versatz und gegebenenfalls Anpresskraft F des Rollenstempels 211 entlang der Radialrichtung 301 der Rohling 200 um den Reliefsteg 217 plastisch verformt wird. Hierdurch entsteht beispielsweise ein zweiter Bogenabschnitt 7 (vgl. Figuren 1 bis 3) des vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Dichtelements 1. Das Formwerkzeug 210 und der Rollenstempel 211, mindestens jedoch einer diesen beiden Formpartner, wird so lange angetrieben und die Anpresskraft F des Rollenstempels 211 bzgl. des Formwerkzeugs 210 so lange aufrechterhalten oder gesteigert, bis sich der Rohling 200 im Kontaktbereich mit dem Formwerkzeug 210 und dem Rollenstempel 211 vollständig an den Reliefsteg 217 angeschmiegt hat und somit der Vorformschritt beendet ist.

Anschließend wird der Rollenstempel 211 in Radialrichtung wieder zur Mitte des Formwerkzeuges 210 (zur Ausgangsstellung) zurückbewegt. Der vorgeformte Rohling kann somit vom Reliefsteg 217 abgezogen werden und liegt nunmehr entnehmbar in der Gesenköffnung 213. Zum Entnehmen kann beispielsweise der Rollenstempel 211 zusammen mit dem Bodenstück 218 in Axialrichtung 300 nach unten bewegt werden, so dass der vorgeformte Rohling 200 vom Bodenstück 218 genommen werden kann. Dies gelingt, da der Durchmesser D_1 des Formwerkzeuges 210 in jedem Fall größer ist als der Außendurchmesser D_2 des jetzt vorgeformten Rohlings 200. Hierdurch bleibt der geschlossene, ringförmige Rohling aus der Gesenköffnung 213 entnehmbar.

Eine erfindungsgemäße vorteilhafte Besonderheit des Verfahrens und auch des Herstellwerkzeuges ist, dass das Formwerkzeug 210 als nicht teilbares Werkzeug ausgebildet ist, d.h. es muss während des Fertigungsprozesses eines Dichtrings 1 nicht aus zwei Formhälften bestehen, damit das Werkzeug geöffnet und geschlossen werden kann. Es reicht vielmehr aus, das Formwerkzeug 210 nicht teilbar zu gestalten und die Entnehmbarkeit des Werkstückes (Rohling oder vorgeformter/endgeformter Rohling) über die

- 30 -

Wahl des Durchmessers D_i , der ausreichend groß sein muss, sicherzustellen.

5 Unter einem nicht teilbaren Werkzeug ist ein Werkzeug zu verstehen, welches im Betrieb nicht teilbar ist. Selbstverständlich ist das vorbeschriebene Formwerkzeug 210, welches in beispielhafter Beschreibung aus der Deckplatte 214, der Reliefplatte 215 und der Halteplatte 216 besteht, als solches zerlegbar, beispielsweise zu Wartungszwecken oder zum Zwecke des Austauschens der Reliefplatte. Ein zerlegbares Werkzeug ist jedoch kein teilbares Werkzeug im Sinne der vorstehenden Beschreibung. Das fertig montierte Formwerkzeug 210 ist in der dargestellten Lage gemäß Figur 10a ein fest miteinander verschraubter, im Betrieb nicht teilbarer, haubenartiger Werkzeugblock mit einer nach unten offenen Gesenköffnung 213.

15 Figur 10a zeigt oben Beschriebenes nochmals in einer vergrößerten Darstellung anhand des Details X aus Figur 10.

In der Darstellung gemäß der Figur 10, 10a ist der Rollenstempel 211 zur radialen Zustellung relativ zum Formwerkzeug 210 ausgehend von der dargestellten Lage gemäß Figur 10 nach rechts bewegbar.

25 Im Folgenden wird anhand eines Fertigformschrittes das Formwerkzeug dargestellt, wobei die radiale Verschiebbarkeit des Rollenstempels 211 relativ zum Formwerkzeug 210 in der Darstellung gemäß Figuren 11, 11a senkrecht zur Zeichenebene erfolgt. Zusätzlich zur Darstellung gemäß den Figuren 10, 10a (dort nicht gezeigt) ist in der Darstellung gemäß Figur 11 das Formwerkzeug 210 mit einem Antriebswellenstutzen 250 verbunden, welcher rotatorisch antreibbar ist. Der Rollenstempel 211 sitzt in einer Verschiebekulisse 251, wobei die Verschiebekulisse 251 Nuten 252 aufweist, die auf Gleitstegen 253 verschieblich gelagert sind. Die Gleitstege 253 sind Teil einer Werkzeugbasis 254, wobei die Werkzeugbasis 254 fest mit dem Bodenstück 218 verschraubt ist. Somit ist der Rollenstempel 211 zusammen mit dem Bodenstück 218 in Axialrichtung 300 verschieblich, wohingegen der

- 31 -

Rollenstempel 211 relativ zur Werkzeugbasis 254 linear beweglich ist und insbesondere bezüglich des Formwerkzeugs 210 radial versetzbar ist.

5 Im Unterschied zum vorbeschriebenen Vorformschritt unterscheidet sich das Formwerkzeug 210 lediglich dadurch, dass die Deckelplatte 214, die Reliefplatte 215 und die Halteplatte 216 im Bereich der zur Gesenköffnung 213 hinweisenden Kontur gegenüber dem Vorformschritt anders ausgebildet sind. So bilden z.B. die Deckelplatte 214 und die Reliefplatte 215 wie auch die Reliefplatte 215 und die Halteplatte 216 je ein Formrelief 280 zur Ausbil-
10 dung eines ersten Bogenabschnittes 6 und eines dritten Bogenabschnittes 8.

Figur 11a zeigt anhand des Details X gemäß Figur 11 Vorbeschriebenes teilweise in vergrößerter Darstellung. Der Ablauf des Einlegens des Rohlings 200, des Formens des Rohlings 200 und des Entnehmens 200 des Rohlings
15 entspricht dem im Zusammenhang mit dem Vorformschritt unter Bezugnahme auf Figur 10 und 10a Beschriebenen. Auch das Formwerkzeug 210 im Fertigformschritt gemäß Figuren 11 und 11a ist im Betrieb als haubenartiges (die Gesenköffnung 213 aufweisendes, nicht teilbares aber zerlegbares) Werkzeug ausgebildet.
20

Das Fertigformen des Dichtelements 1 erfolgt in gleicher oder analoger Art und Weise zum Vorformschritt durch radiales Versetzen des Rollenstempels 211, Aufbringen einer Anpresskraft F und Formen des Rohlings 200 im Formrelief 280.
25

Nachdem der Rohling 200 den Fertigformschritt im Werkzeug gemäß Figuren 11, 11a absolviert hat, kann sich bei Bedarf noch ein Kalibrierschritt anschließen, bei dem die Dichtkanten 4, 5 in der erforderlichen Toleranz hergestellt werden. Hierzu bietet sich ein mit dem Vorformschritt und dem Fertig-
30 formschritt gemäß den Figuren 10, 10a und 11, 11a im Wesentlichen identischer Schritt an. Beim Kalibrierschritt ist lediglich der Umformgrad des dann schon im Kalibrierwerkzeug eingelegten, fertig geformten Rohlings 200 deutlich minimiert und bezieht sich lediglich auf die Herstellung und Ausformung

- 32 -

der Dichtkanten 4 und 5 innerhalb des Toleranzbereichs. Weitere Umformungen werden im Kalibrierschritt bevorzugt nicht vorgenommen.

5 Anschließend an den Kalibrierschritt kann das nunmehr fertig hergestellte Dichtelement 1 gegebenenfalls bei Bedarf in Axialrichtung 100 des Dichtelements 1 noch gestaucht werden, um gegebenenfalls die vorbestimmte Höhe h des Dichtelements innerhalb der vorgegebenen Toleranzen zu erreichen.

10 Gegebenenfalls kann es sich zur Montageerleichterung des Dichtelements 1 auch anbieten, das Dichtelement 1 im Anschluss an das Herstellverfahren in Radialrichtung zu stauchen, so dass ein ovales Dichtelement 1 entsteht.

15 Anhand von Figur 12 werden abschließend noch einmal die wesentlichen Schritte einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von insbesondere balgartigen Dichtelementen gezeigt.

20 Der erste Schritt ist das Herstellen des Rohlings, wobei insbesondere ein Schweißen oder Löten eines Rings aus einem bandförmigen Blech bevorzugt ist. Anschließend wird im Rahmen eines Vorformschrittes ein erster Profilabschnitt, beispielsweise ein Bogenabschnitt 7 des Dichtelements 1 geformt.

25 In einem zweiten Formschritt (Fertigformschritt) werden weitere Bogensegmente des Dichtelements 1 geformt, beispielsweise die Bogensegmente 6 und 8.

Im Rahmen eines Nachkalibrierschritts kann, falls erforderlich noch die genaue geometrische Toleranz der Dichtkanten 4 und 5 eingestellt werden.

30 Bei leicht umformbaren Werkstoffen oder insbesondere auch bei einfachen Querschnittsgeometrien kann gegebenenfalls der Vorformschritt entfallen und das Formgebungsverfahren mittels eines Formgebungsschritts vor der Kalibrierung erfolgen. Gegebenenfalls kann sogar der Kalibrierschritt entfal-

len.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich insbesondere durch eine hochgenaue Fertigung von Dichtelementen in balgartiger Bauart aus. Insbesondere kann es auch ohne Weiteres gelingen, eine Aufeinanderfolge mehrerer Bogenabschnitte, auch eine Aufeinanderfolge von mehr als drei Bogenabschnitten herzustellen und somit eine dichtende, federnde Dichtungseinrichtung zu schaffen. Ein Umformschritt zur Herstellung des Rohlings im Wege des Innenhochdruckumformverfahrens entfällt. Des Weiteren können spanende Nachbearbeitungen der freien Kanten 2 und 3 entfallen.

Versuche haben gezeigt, dass Rohlinge mit einer Höhe h' von mindestens 5 mm bereits für dieses Verfahren geeignet sind. Besonders vorteilhaft bei diesem Verfahren ist, dass die durch die rollende Herstellung die freien Kanten 2 und insbesondere die Dichtkanten 4 und 5 eine äußerst geringe Welligkeit aufweisen, was ein hervorragendes Dichtergebnis sicherstellt.

Bezugzeichenliste zu Fig. 1 - 5

20	10	Umformvorrichtung
	12	Gesenk
	14	Profilierungselement/Profilierungsrolle
	16	metallischer Ring
	16a	Profiling/Profilingabschnitt
25	16-1	vorderer Umfangsrand
	16-2	hinterer Umfangsrand
	16-3	Mantelfläche
	16-4	Randabschnitt
	18	Abstützradien
30	112	Gesenk
	112a	erster Gesenkring
	112b	zweiter Gesenkring
	114	Profilierungsrolle

- 34 -

	120	Einzugsfläche
	210	Umformvorrichtung
	212	Gesenk
	214	Profilierungsrolle
5	222	Welle
	226	Schraubverbindungen
	228	Begrenzungsbauteil
	230	Begrenzungsbauteil
	232	Welle
10	DR	Pfeil (Drehrichtung)
	GA	Gesenkachse
	GB	Gesenkbreite
	RA	Rollenachse
	R	Pfeil/radiale Richtung
15	ZR	Zwischenraum

Bezugszeichenliste zu Fig. 6 - 12

	1	metallisches Dichtelement
20	2	erste freie Kante
	3	zweite freie Kante
	4	erste Dichtkante
	5	zweite Dichtkante
	6	erster Bogenabschnitt
25	7	zweiter Bogenabschnitt
	8	dritter Bogenabschnitt
	1a	Erhebungen
	1b	Vertiefungen
30		
	10a	erstes Dichtteil
	10b	zweites Dichtteil
	11	Innenseite

	12	Außenseite
	100	Axialrichtung
	101	Radialrichtung
5	200	Rohling
	201	Schmalseitenkanten
	210	Formwerkzeug
10	211	Rollenstempel
	212	Doppelpfeilrichtung
	213	Gesenköffnung
	214	Deckelplatte
	215	Reliefplatte
15	216	Halteplatte
	217	Reliefsteg
	218	Bodenstück
	219	Langloch
	220	Wellenstumpf
20	221	Gegenrelief
	250	Wellenstutzen
	251	Verschiebekulisse
	252	Nuten
25	253	Gleitstege
	254	Werkzeugträger
	280	Formrelief
30	300	Axialrichtung
	301	Radialrichtung
	F	Anpresskraft

- 36 -

	D_a	Außendurchmesser
	D_i	Innendurchmesser
	h	Höhe
	h'	Breite
5	l'	Länge
	M	Mittelachse
	MW	Mittelachse
	s	Ausgangsmaterialstärke
	s'	Materialstärke
10	R_1, R_2, R_3	Radien

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines profilierten Rings, insbesondere Metallrings, umfassend die Schritte:
5 Bereitstellen eines zylindrischen Rings (16) als Rohling mit einem in axialer Richtung vorderen und einem hinteren Umfangsrand (16-1, 16-2) und einer zwischen den axialen Rändern ausgebildeten Mantelfläche,
10 Anordnen des zylindrischen Rings (16) in einem Formwerkzeug, insbesondere Gesenk (12) derart, dass der Ring temporär abgestützt ist, vorzugsweise im Bereich des vorderen und des hinteren Umfangsrandes (16-1, 16-2),
entlang dem Umfang des Rings (16) kontinuierliches abschnittsweises
15 Umformen des zylindrischen Rings (16) zu einem profilierten Ring (16) durch Ausüben von Druck in im Wesentlichen radialer Richtung (R) mittels wenigstens eines Profilierungselements (14), wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) und das Formwerkzeug (12) relativ zueinander bewegt werden, insbesondere zueinander verdreht werden
20 oder/ und zueinander linear bewegt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zylindrische Ring (16) mit seinen axialen Rändern (16-1, 16-2) vor dem Schritt des Umformens zu einem profilierten Ring am Formwerkzeug (12) in Anlage gebracht wird,
25 vorzugsweise in diesem eingespannt wird und gemeinsam mit dem Formwerkzeug (12) in Drehung um eine Gesenkdrehachse (GA) versetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) bezogen auf den Ring (16) in radialer Richtung (R)
30 zu dessen Innenumfang bewegt wird, um die Mantelfläche des Rings (16) in radialer Richtung nach außen zu drücken.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) rollenartig ausgeführt ist und während des Umformvorgangs eine Drehbewegung um seine zur Formwerkzeugdrehachse (GA) in radialer Richtung versetzte und in axialer Richtung parallele Rollendrehachse (RA) durchführt.
5
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Drehbewegung des Profilierungselements (14) eine durch die Drehung des Formwerkzeugs (12) und des Rings (16) insbesondere durch Reibung übertragene passive Drehbewegung oder/und eine durch einen Rollenantrieb erzeugte aktive Drehbewegung ist.
10
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Profilierungselement (14) so lange in radialer Richtung Druck auf den Ring (16) ausübt, bis die Umformung des zylindrischen Rings zum profilierten Ring vollständig abgeschlossen ist.
15
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Ring (16) nach Abschluss der Profilierung aus dem Formwerkzeug (12) entnommen wird.
20
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei nach Abschluss der Profilierung des Rings (16) das Profilierungselement (14) in radialer Richtung (R) weg vom Ring (16) bewegt wird, um diesen freizugeben.
9. Verfahren zur Nachbearbeitung eines profilierten Rings, insbesondere Metallrings, umfassend die Schritte:
25
Bereitstellen des profilierten Rings,
Anordnen des zylindrischen Rings in einem Formwerkzeug, insbesondere Gesenk,
30
entlang dem Umfang des Rings kontinuierliches abschnittsweises Umformen des nachzuarbeitenden Rings zu einem fertig profilierten Ring durch Ausüben von Druck in im Wesentlichen radialer Richtung mittels wenigstens eines Profilierungselements, wobei das wenigstens eine

- 39 -

Profilierungselement und das Formwerkzeug relativ zueinander bewegt werden, insbesondere zueinander verdreht werden oder/und zueinander linear bewegt werden.

- 5 10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der profilierte Ring nach der Formgebung im Formwerkzeug in seiner Axialrichtung gestaucht wird.
- 10 11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der profilierte Ring nach der Formgebung in Radialrichtung zu einem Oval verformt wird.
- 15 12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren gemäß Anspruch 1 als Vorformschritt angeführt wird, anschließend das Verfahren gemäß Anspruch 1 in einem zweiten Formwerkzeug mit einem als zweiten Rollenstempel (Endformrollenstempel) ausgebildeten Profilierungselement als Fertigungsformschritt ausgeführt wird und/oder anschließend das Verfahren gemäß Anspruch 1 in einem dritten Formwerkzeug mit einem als dritten Rollenstempel (Kalibrierrollenstempel) ausgebildeten Profilierungselement als Kalibrierschritt zur Endherstellung von Dichtkanten des profilierten Ringes ausgeführt wird.
- 20 13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Bogenabschnitte des Längsschnitts des profilierten Ringes mittels eines als Rollenstempel ausgebildeten Profilierungselementes einzeln und nacheinander geformt werden.
- 25 14. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Bogenabschnitte des profilierten Ringes mit einem Mehrfachrollenstempel gleichzeitig geformt werden.
- 30

15. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Formwerkzeug einen kleinsten freien Innendurchmesser (D_i) hat, der größer als der Endaußendurchmesser (D_2) des geformten profilierten Ringes oder des Rohlings ist, wobei der Rohling während des Formgebungsschrittes exzentrisch im Formwerkzeug angeordnet ist und dabei in Umfangsrichtung nur teilbereichsweise mit dem Relief des Formwerkzeugs und dem Gegenrelief des Profilierungselementes in Berührung steht.
16. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Formwerkzeug verwendet wird, bei dem der freie Innendurchmesser (D_i) des Formwerkzeugs 1 % bis 40 %, bevorzugt 2 % bis 20 %, idealerweise 3 % bis 10% größer ist als der Außendurchmesser (D_1) profilierten Ringes und das Formwerkzeug als nicht teilbares Werkzeug ausgebildet ist.
17. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Profilierungselement ein Rollenstempel ist, der einen größten Außendurchmesser (D_a) hat, der kleiner ist als der kleinste freie Innendurchmesser (D_1) des geformten profilierten Ringes, wobei der Rohling während des Formgebungsschrittes exzentrisch bezüglich des Rollenstempels angeordnet ist und dabei in Umfangsrichtung nur teilbereichsweise mit dem Formrelief in Berührung steht.
18. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser (D_a) des als Rollenstempel ausgebildeten Profilierungselementes um 1 % bis 40 %, bevorzugt 2 % bis 20 %, idealerweise 3 % bis 10 % kleiner ist als der kleinste freie Innendurchmesser (D_1) des geformten profilierten Rings.
19. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohling vor der Formgebung mittels eines Bo-

- 41 -

denstücks des Formwerkzeugs in Axialrichtung relativ zum Formrelief positioniert und/oder gehalten wird.

- 5 20. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohling während des Formgebungsschrittes durch das Bodenstück insbesondere zusätzlich durch die Deckelplatte in einer Axialrichtung bezüglich des Formwerkzeugs festgelegt wird, wobei vorteilhafterweise das Bodenstück und/oder die Deckelplatte während des Formgebungsschrittes in Axialrichtung an die sich vermindernde axiale Höhe (h) des Rohlings angepasst zugestellt werden.
- 10
21. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 19 - 20, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Bodenstücks und der Deckelplatte während des Formgebungsschrittes eine axiale Stauchkraft auf den Rohling aufgebracht wird, um das Fließen des Werkstoffes des Rohlings und das Anschmiegen des Rohlings an das Formrelief zu unterstützen.
- 15
22. Umformvorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 21, wobei die Umformvorrichtung umfasst:
ein Gesenk (12), in welchem ein umzuformender Ring (16) aufnehmbar ist,
wenigstens ein Profilierungselement (14), wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) und das Gesenk (12) derart angeordnet sind,
20 dass sie relativ zueinander beweglich sind, insbesondere zueinander drehbar oder/und zueinander linear beweglich sind, wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) derart ausgebildet ist, dass in radialer Richtung (R) bezogen auf den im Gesenk (12) aufgenommenen Ring (16) abschnittsweise Druck auf das Gesenk (12) und den darin
25 aufgenommenen zylindrischen Ring (16) ausübbar ist, um den zylindrischen Ring (16) zu einem profilierten Ring umzuformen.
- 30

- 42 -

23. Umformvorrichtung nach Anspruch 22, wobei das Gesenk (12) um eine Gesenkdrehachse (GA) drehbar ist.
24. Umformvorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) rollenartig ausgebildet ist und mit seiner Außenumfangsfläche zu einem korrespondierenden Formabschnitt des Gesenks (12) hin beweglich ist, vorzugsweise derart, dass während des Umformens des zylindrischen Rings (16) zum profilierten Ring die Außenumfangsfläche und der Formabschnitt wenigstens teilweise ineinander greifen.
25. Umformvorrichtung nach Anspruch 24, wobei das wenigstens eine Profilierungselement (14) drehbar um eine Rollenachse (RA) gelagert ist.
26. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 25, umfassend eine Gesenkantriebseinrichtung, die das Gesenk (12) um die Gesenkdrehachse (GA) in Drehung versetzt.
27. Umformvorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 26, umfassend eine Profilierungsantriebseinrichtung, welche das wenigstens eine Profilierungselement (14) bezogen auf die Gesenkdrehachse (GA) in radialer Richtung (R) relativ zum Gesenk (12) linear bewegt.
28. Umformvorrichtung nach Anspruch 25 und 27, wobei die Profilierungsantriebseinrichtung das wenigstens eine Profilierungselement (14) wenigstens zeitweise während des Umformvorgangs in Drehung um die Rollenachse (RA) versetzt.
29. Arbeitsmaschine, insbesondere Stanz- oder/und Biegeautomat mit wenigstens einer Umformvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 22 bis 28.

- 43 -

30. Dichtelement als profilierter Ring hergestellt mit einem Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21.
- 5 31. Dichtelement nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) in zumindest einem Randbereich im Querschnitt einen Knick (3, 4 in Fig. 6 - 8) aufweist, wobei der Knick (3, 4 in Fig. 6 - 8) im bestimmungsgemäßen Gebrauch des Dichtelements (1 in Fig. 6 - 8) eine Dichtkante (3, 4) bildet.
- 10 32. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) im Längsschnitt zumindest zwei radial nach innen geöffnete und/oder zwei radial nach außen geöffnete Bogenabschnitte (6, 7, 8 in Fig. 6 - 8) besitzt.
- 15 33. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) aus Stahl ausgebildet ist, insbesondere aus hochlegiertem Nickelstahl, z.B. aus Inconel 718 ausgebildet ist.
- 20 34. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) eine Wandstärke von 0,1 mm bis 0,3 mm aufweist.
- 25 35. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) in Richtung seiner Axialrichtung (100 in Fig. 6 - 8) federnd ausgebildet ist.
- 30 36. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass Randkantenbereiche des Dichtelements (1 in Fig. 6 - 8) im nichtverbauten Zustand des Dichtelements (1 in Fig. 6 - 8) in etwa senkrecht zur Mittelachse (M) des Dichtelements (1 in Fig. 6 - 8) ausgerichtet sind und im Einbau oder während des Einbaus des Dichtelements (1 in Fig. 6 - 8) durch Stauchung des Dichtelements (1 in Fig. 6 -

- 44 -

8) zur Mittelachse (M) des Dichtelements (1 in Fig. 6 - 8) hin abfallend oder ansteigend angeordnet sind, wobei die Knicke (3, 4 in Fig. 6 - 8) im eingebauten Zustand das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) hinsichtlich seiner axialen Erstreckung (Höhe h) begrenzen.

5

37. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) als Ring, insbesondere als Kreisring oder als ovaler Ring ausgebildet ist.
- 10 38. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass Radien (R1, R2, R3 in Fig. 6 - 8) von Bogenabschnitten (6, 7, 8 in Fig. 6 - 8) des Dichtelements (1 in Fig. 6 - 8) unterschiedlich groß sind.
- 15 39. Dichtelement nach einem der Ansprüche 30 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtelement (1 in Fig. 6 - 8) hinsichtlich seiner Federsteifigkeit in Axialrichtung (100 in Fig. 6 - 8) einen linearen, progressiven oder degressiven Federcharakter hat.

20

FIG. 1

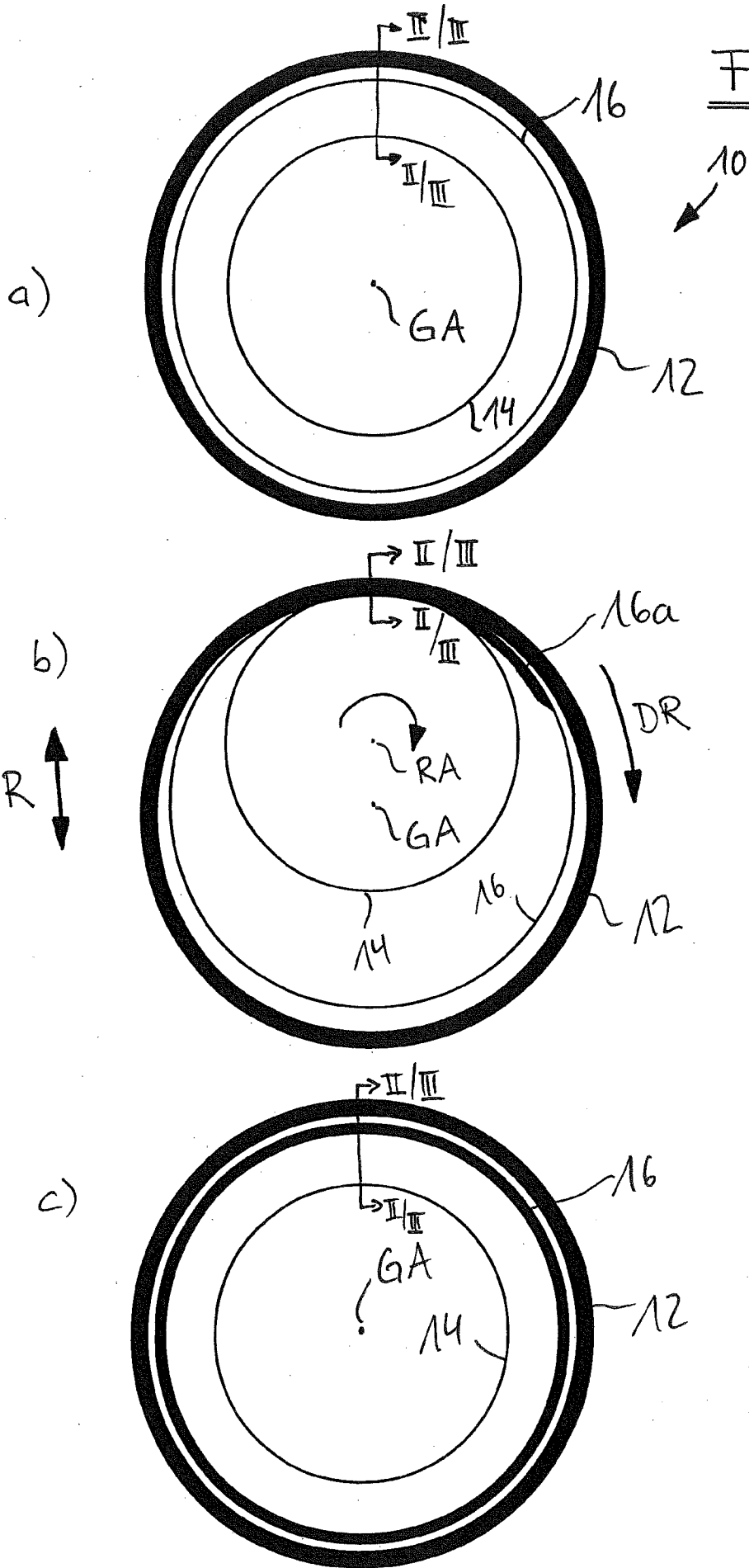


FIG. 2

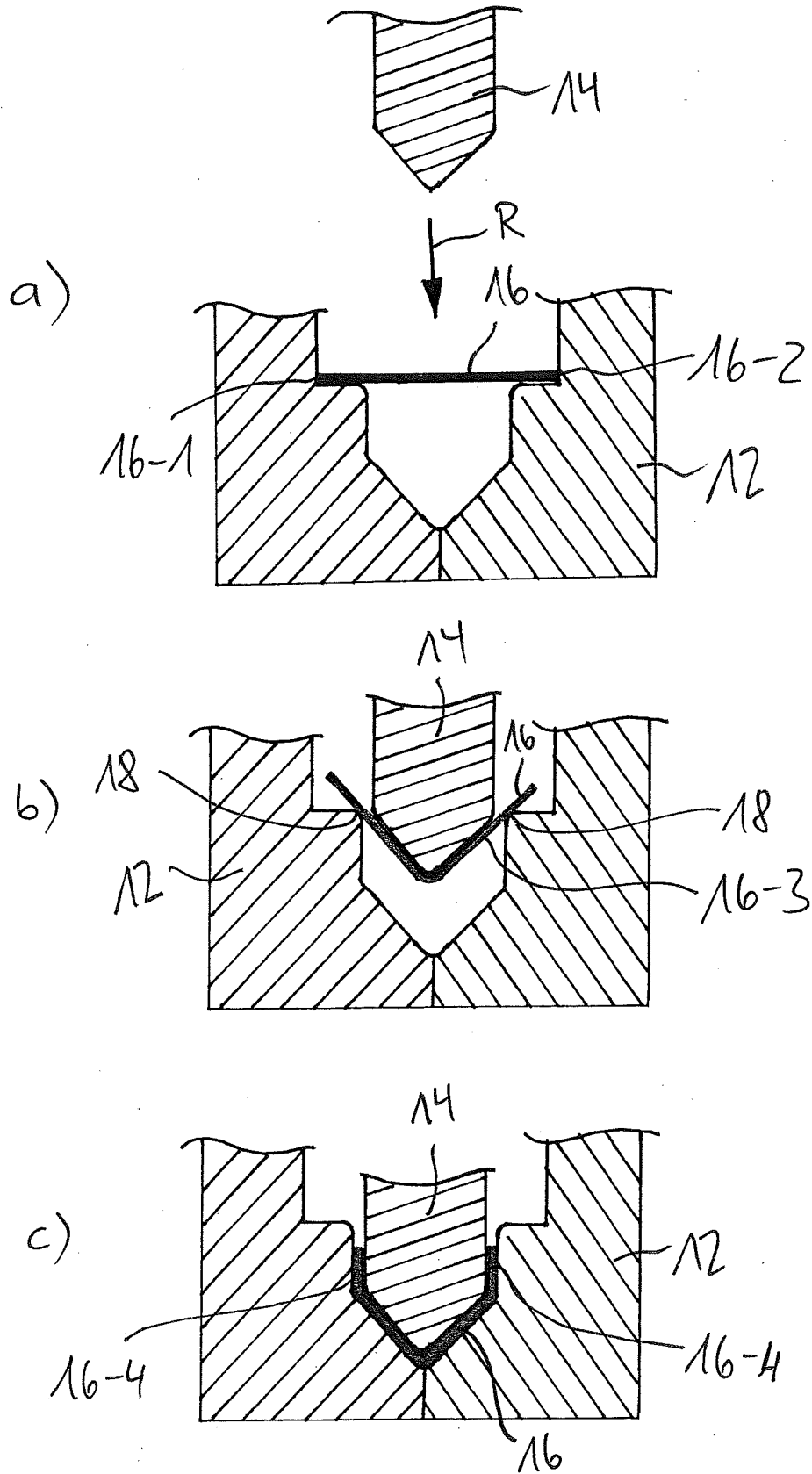
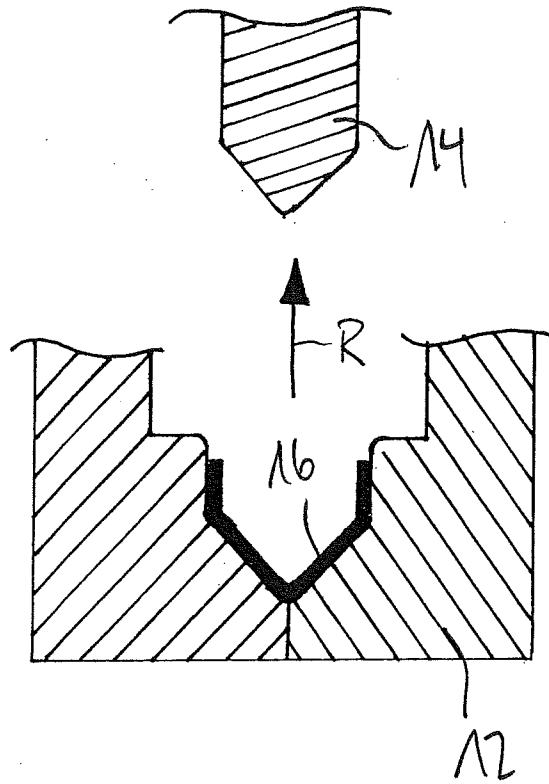


FIG. 3

a)



b)

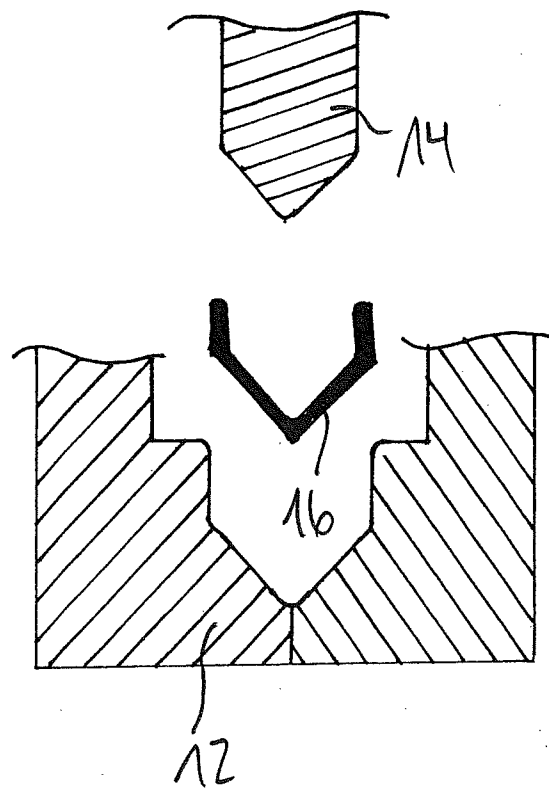


FIG. 4

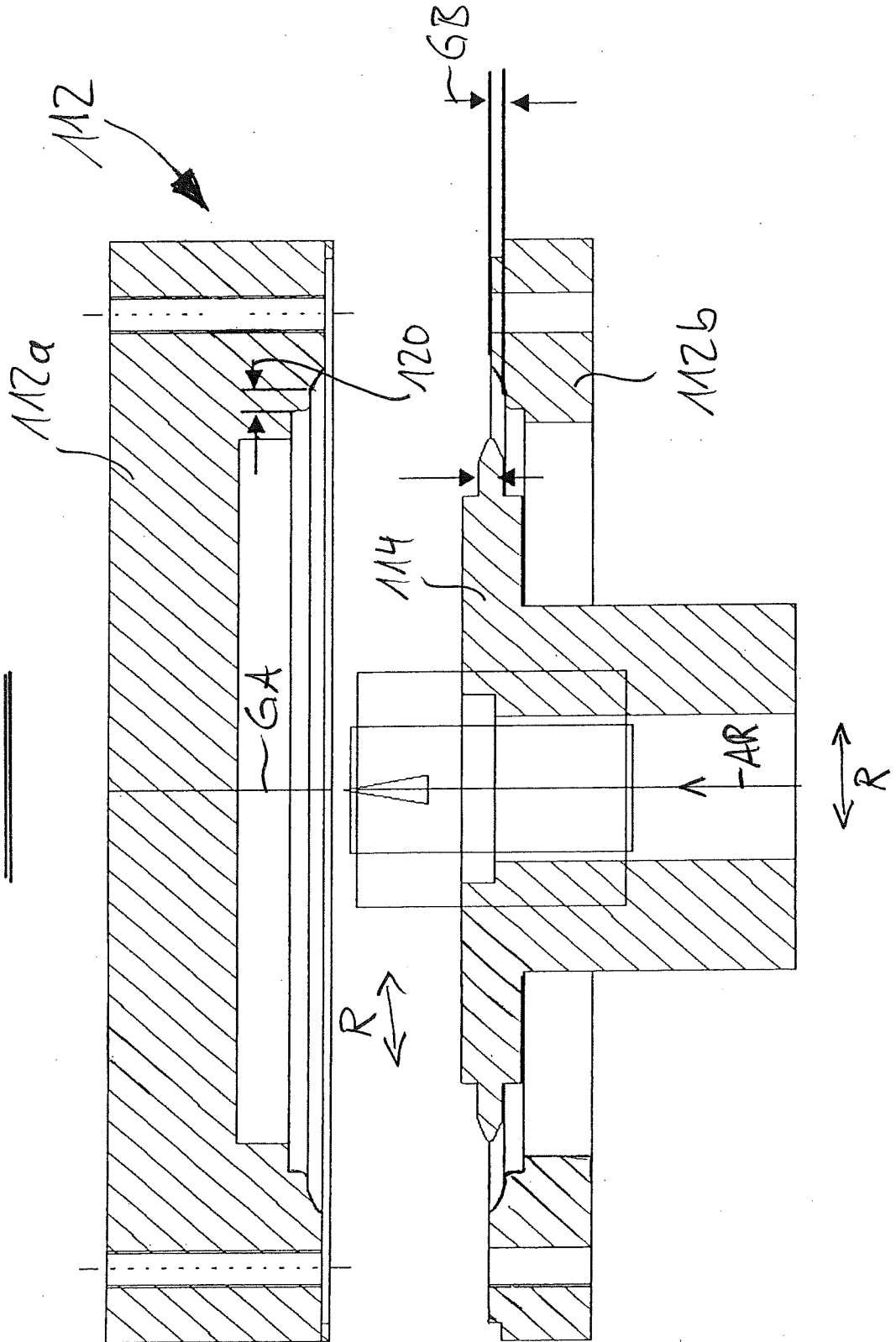
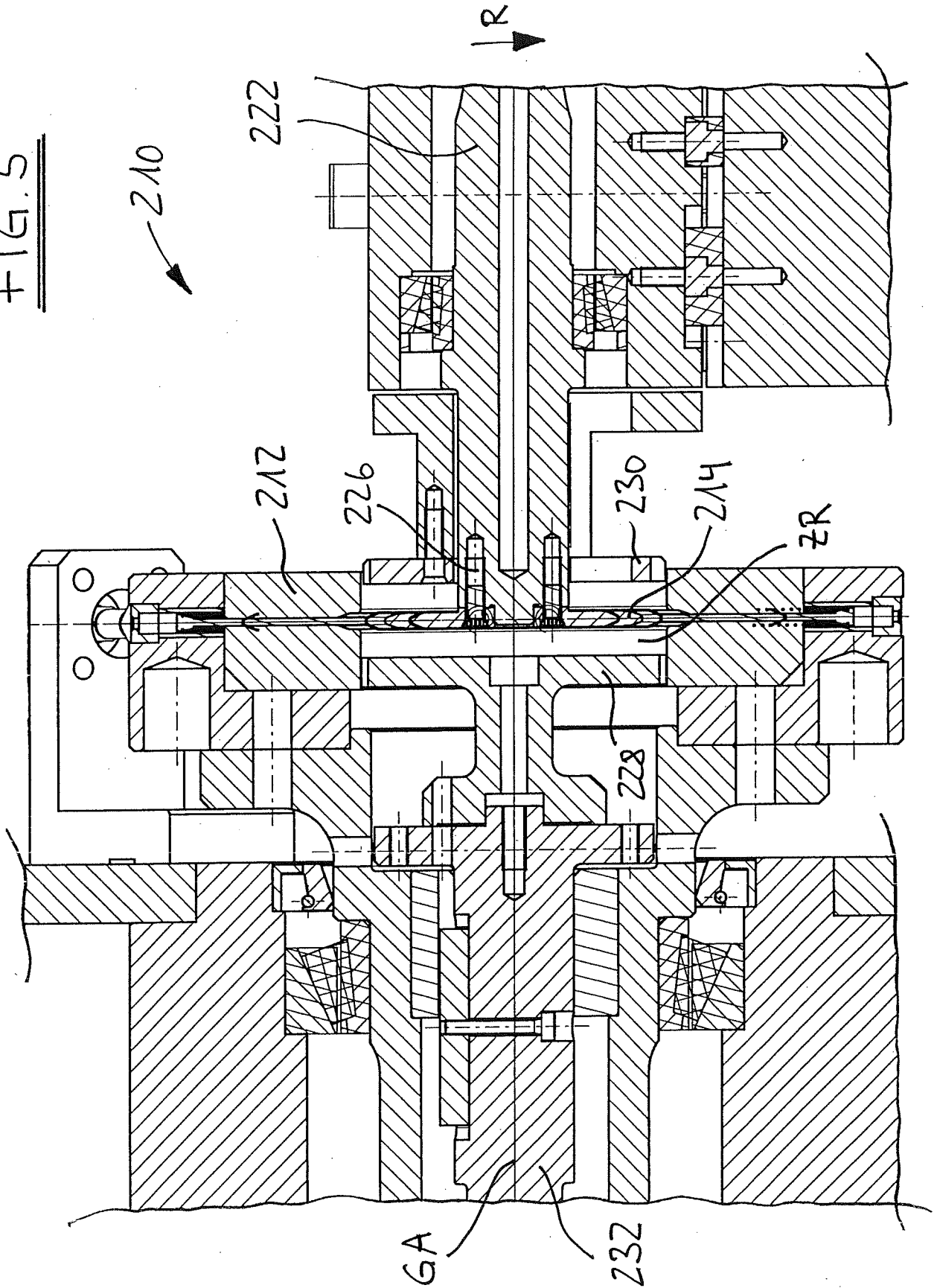


FIG. 5



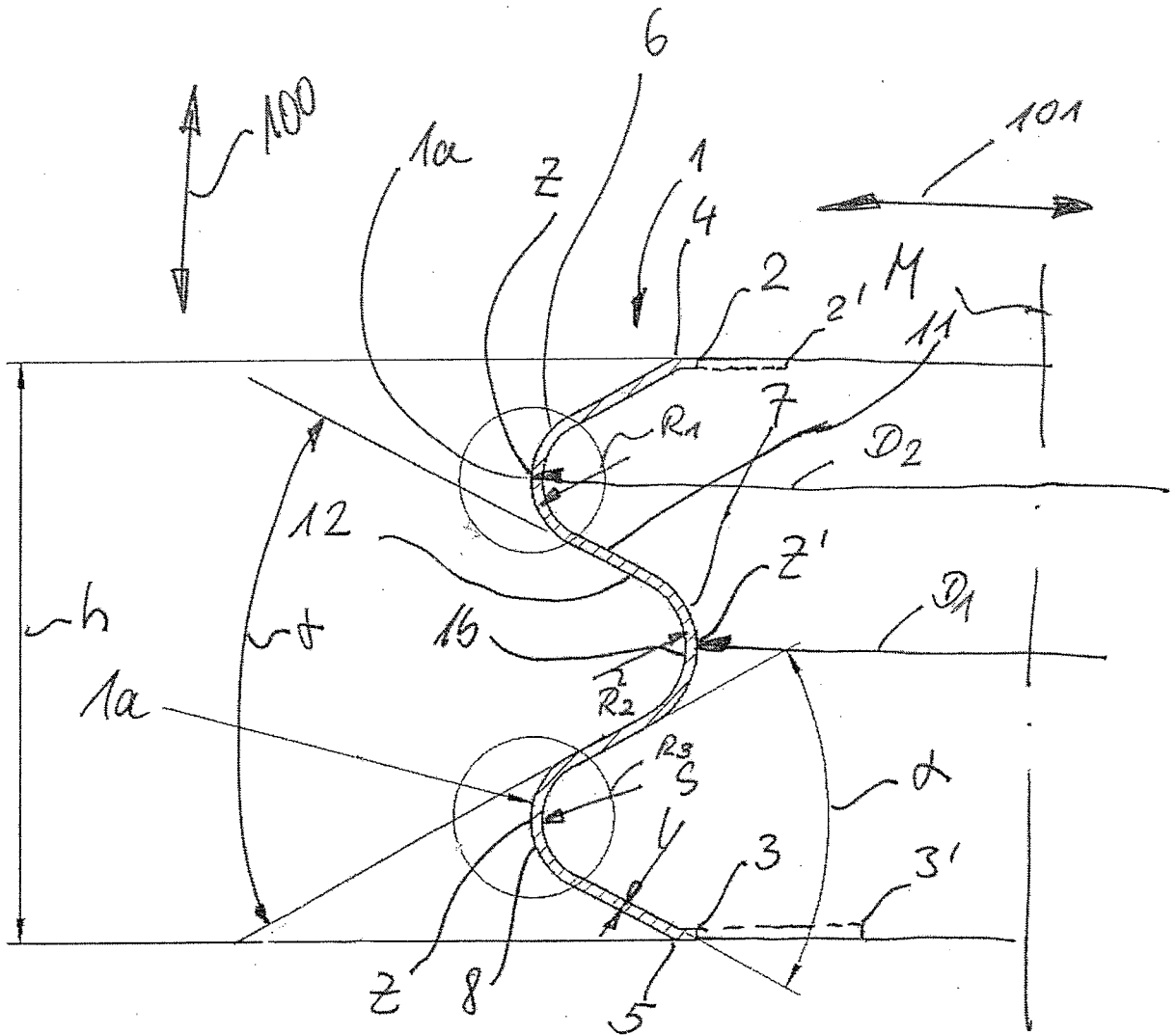


Fig. 6

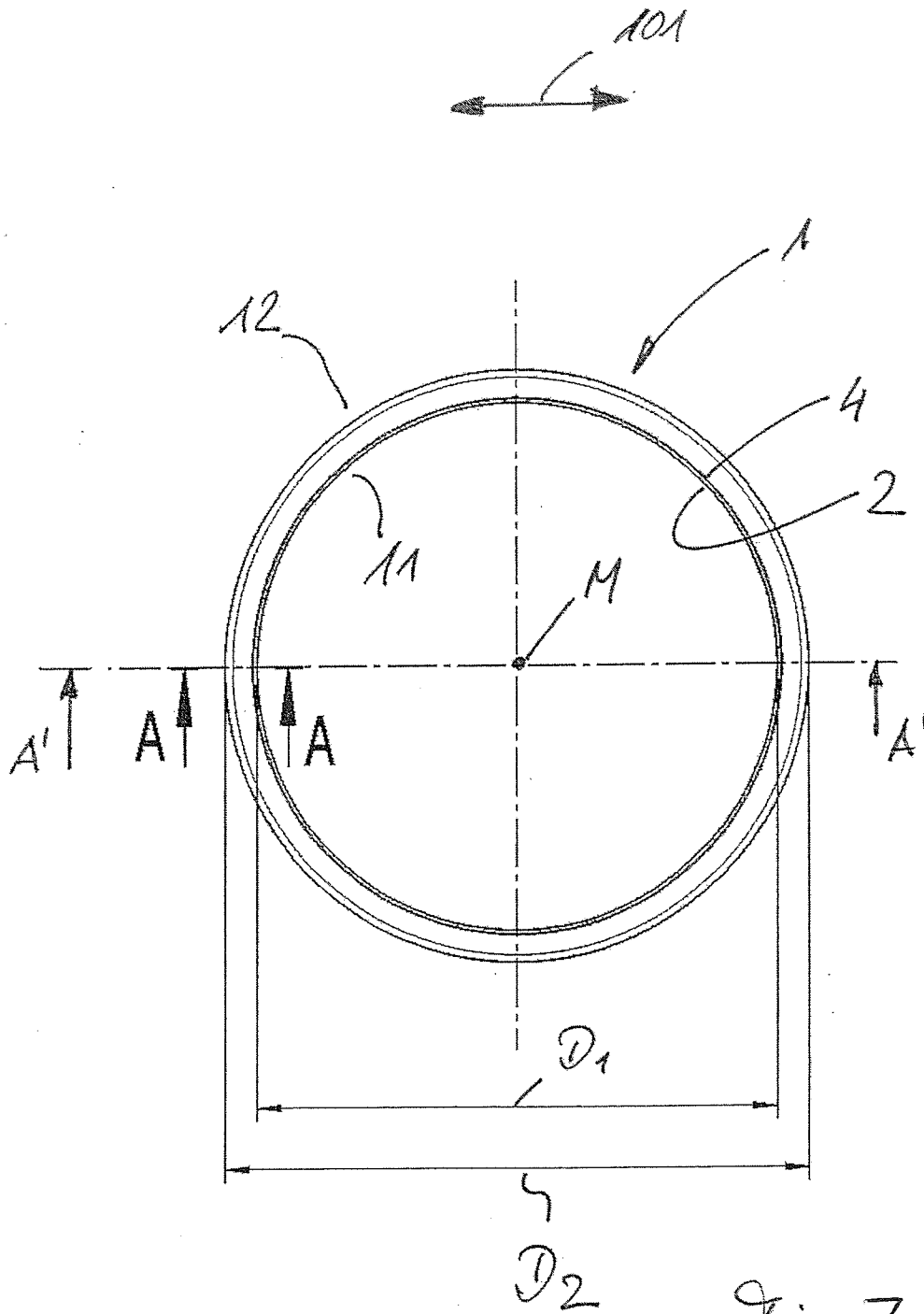


Fig. 7a

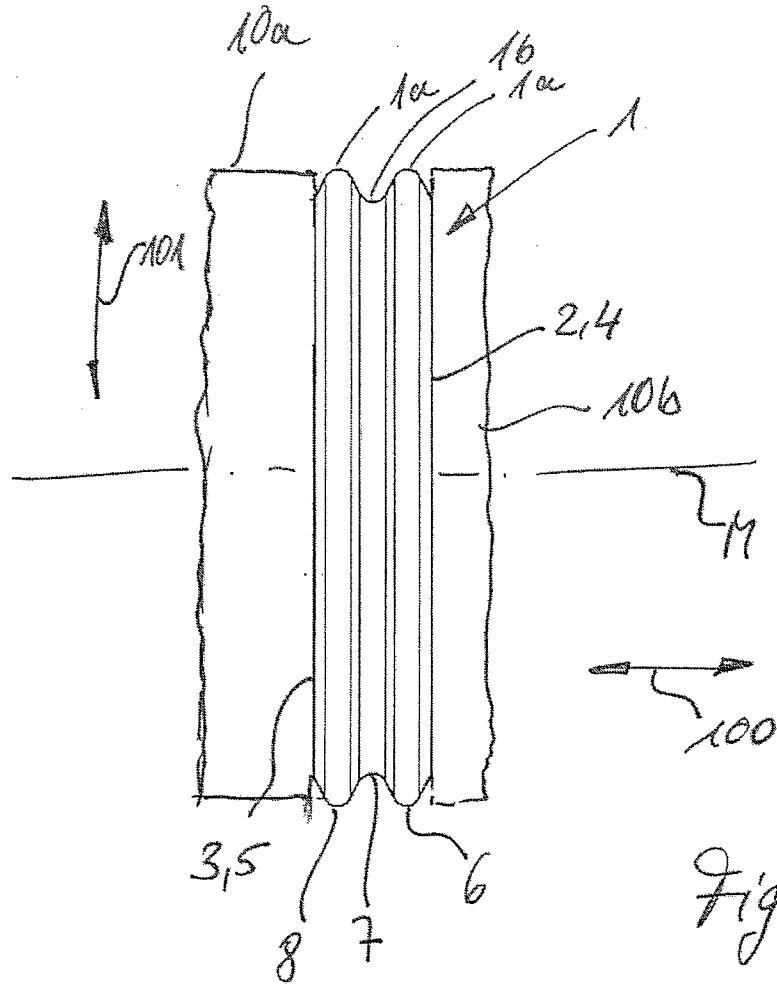


Fig. 7b

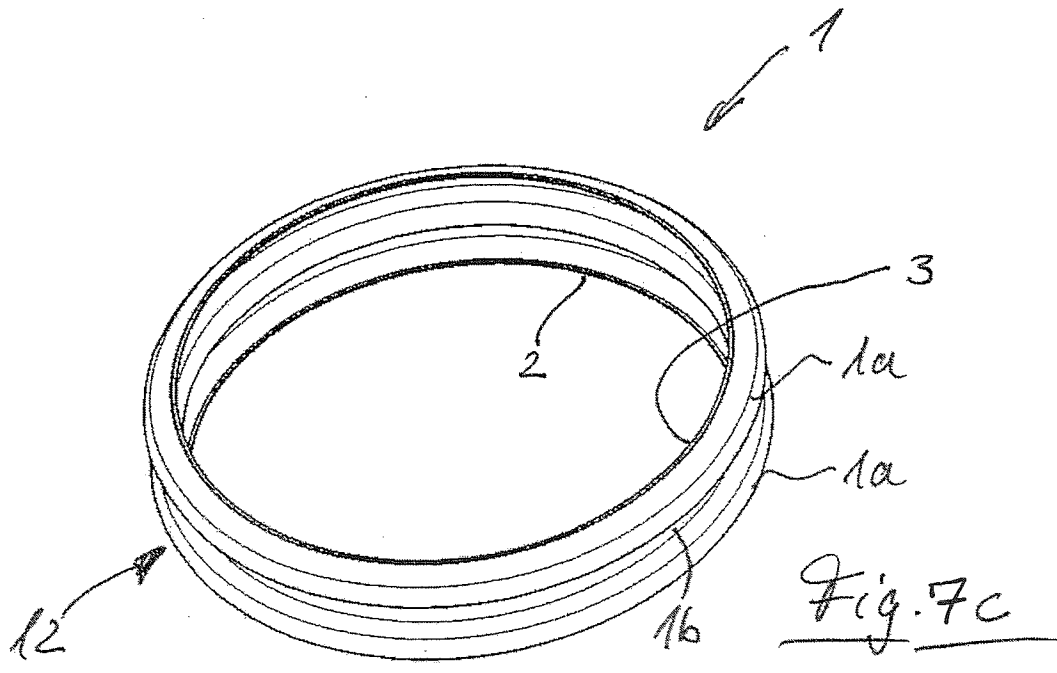
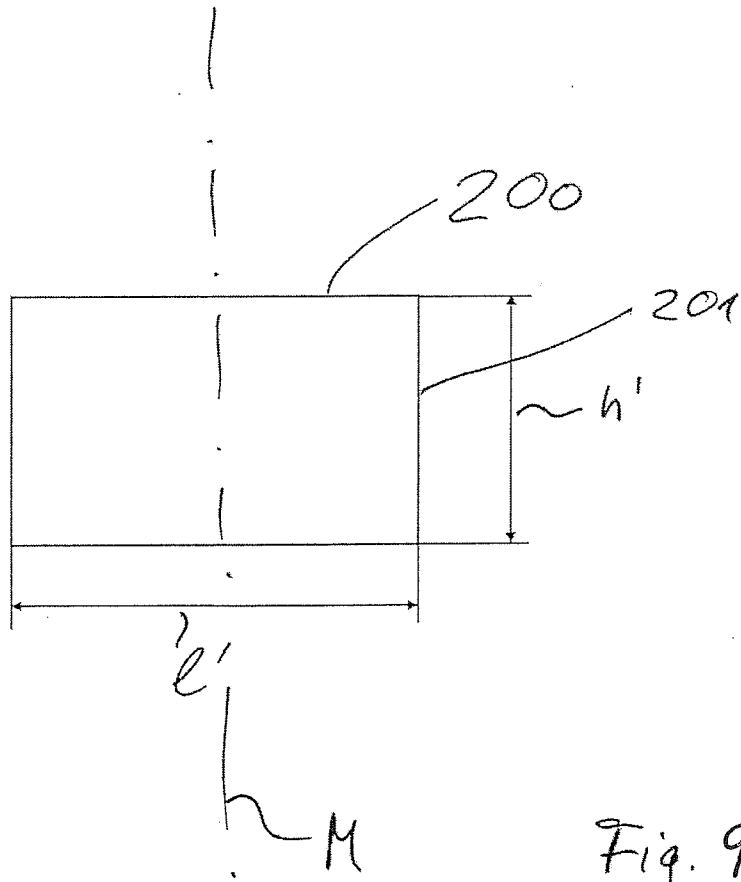
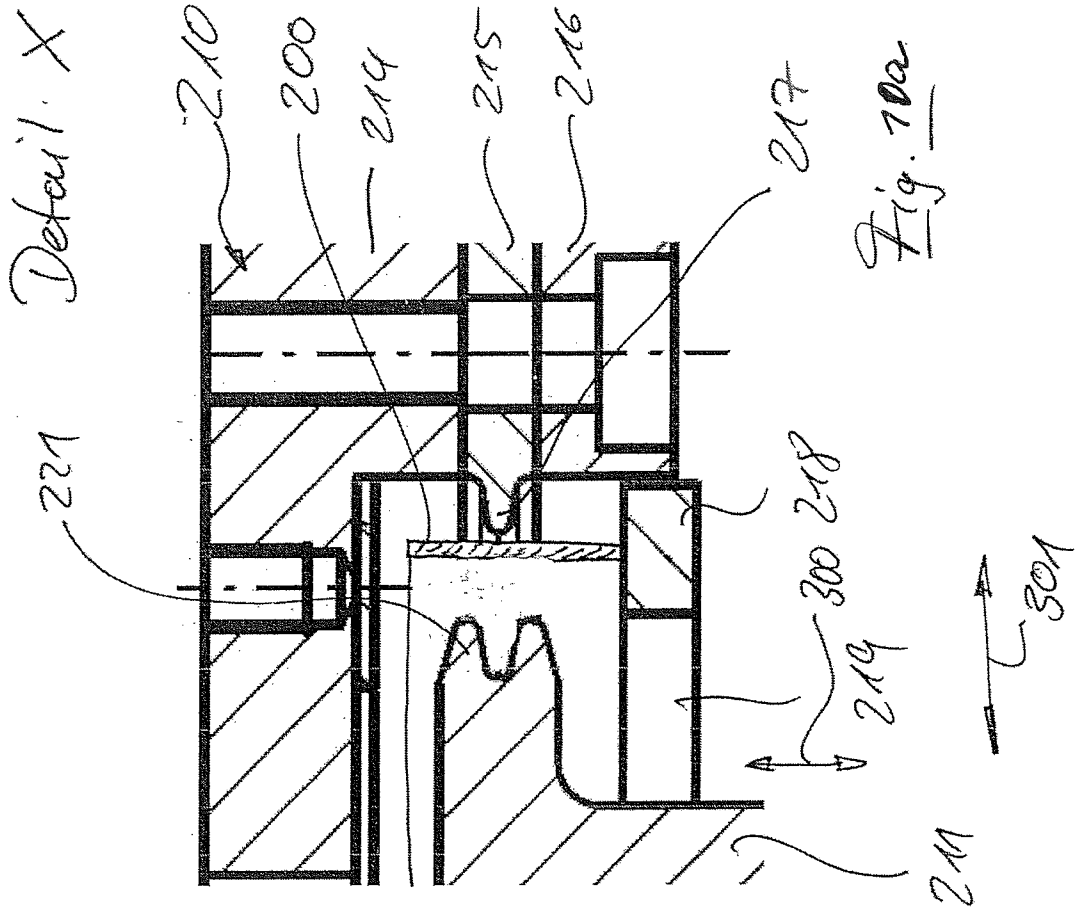
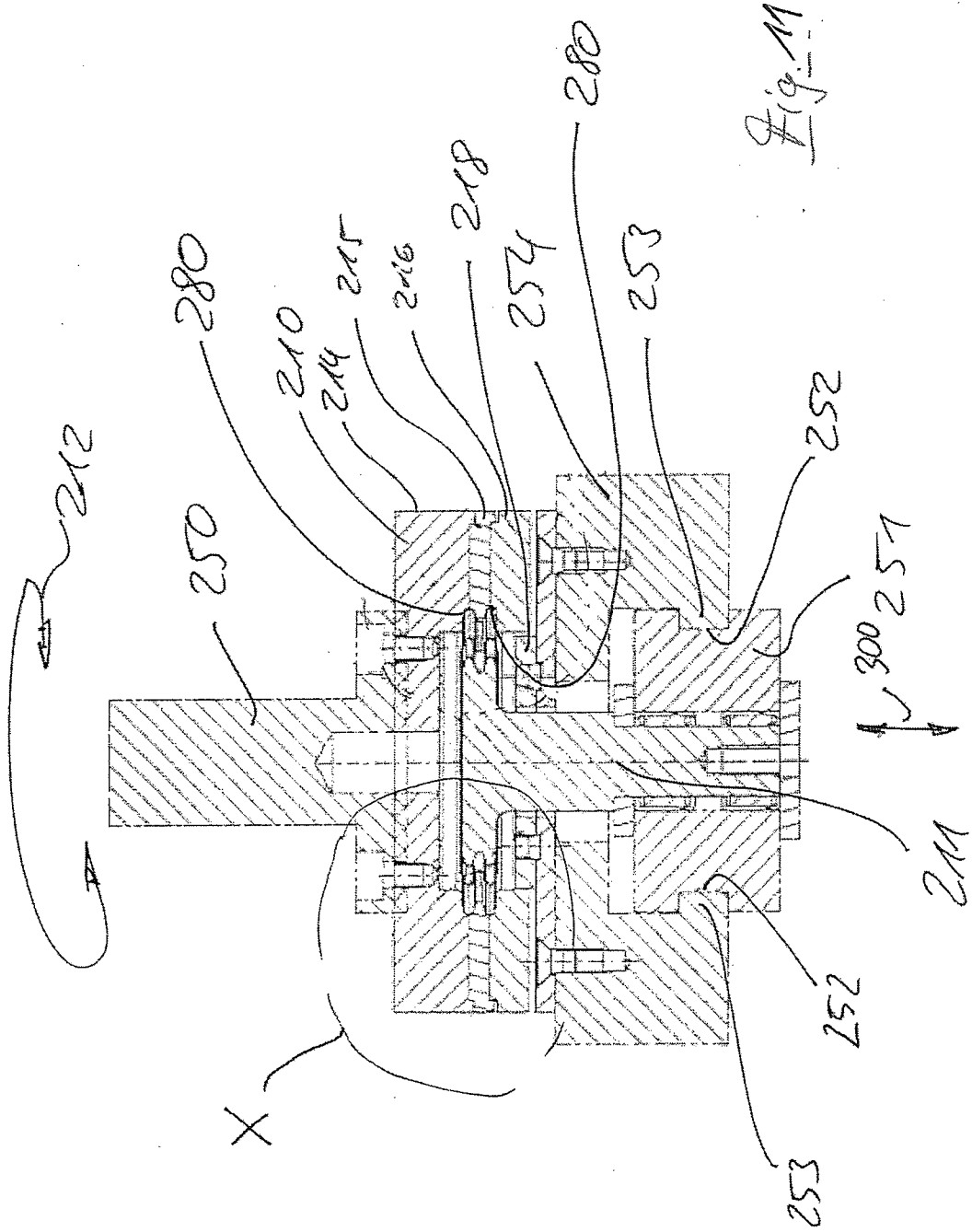


Fig. 7c







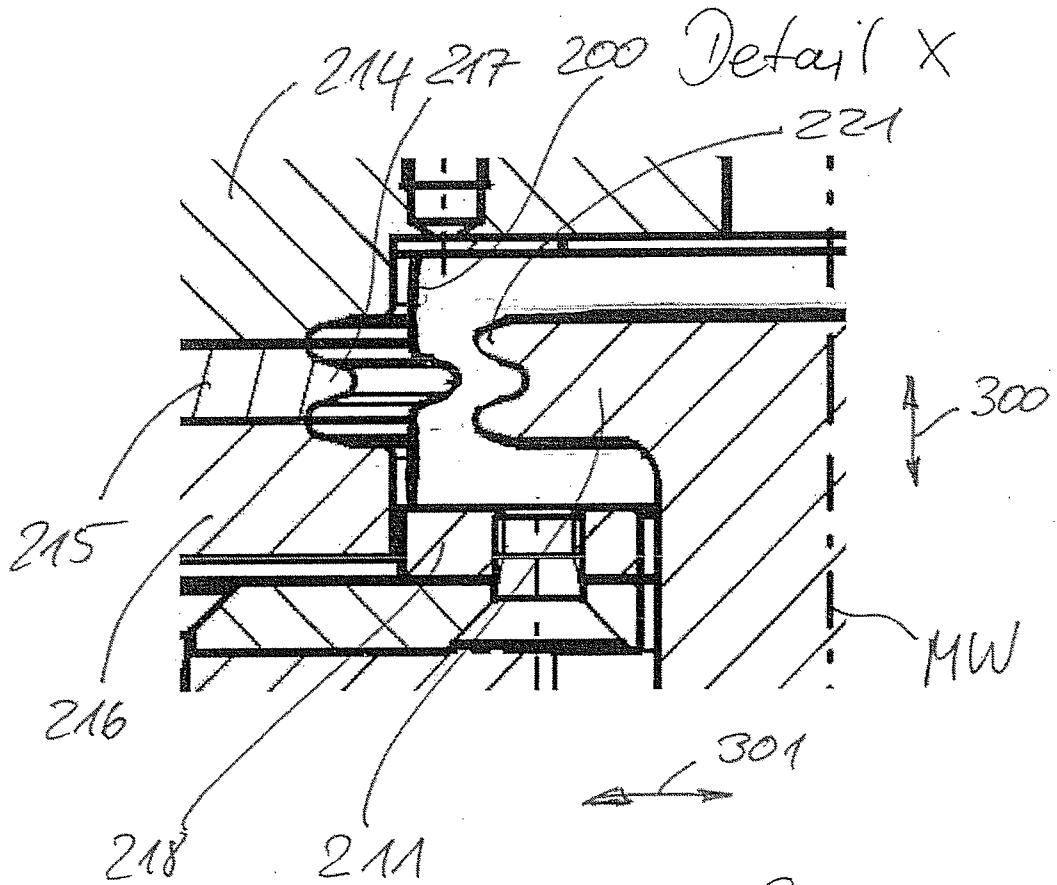


Fig. 11a

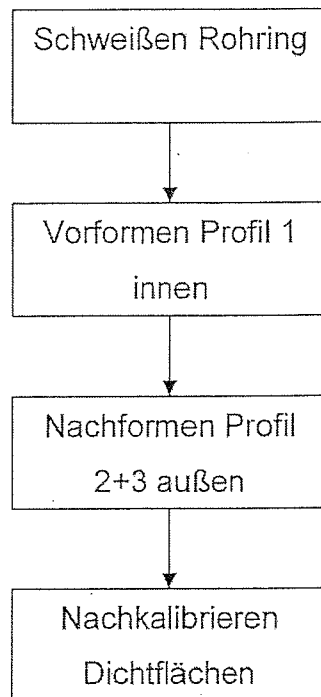


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/054210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B21D5/08 B21D7/02 B21D7/024 B21D53/18 F16J15/08 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16J B21D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 361 021 A (MCVAY ROBERT D ET AL) 30 November 1982 (1982-11-30) the whole document	1-9, 15-20, 22-29
X	DE 29 03 779 A1 (GEN ELECTRIC GEN ELECTRIC [US]) 6 September 1979 (1979-09-06) figures 1-3	1-8, 15-20, 22-29
X	US 2004/239053 A1 (ROWE GORDON D [US] ET AL) 2 December 2004 (2004-12-02) figures 1-4,8	1-12, 30-35, 38,39
X	EP 0 470 830 A1 (NIHON VALQUA KOGYO KK [JP]; IIDA PACKING IND CO LTD [JP]) 12 February 1992 (1992-02-12) the whole document	1-14,30, 31,33, 37,39
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 22 June 2011		Date of mailing of the international search report 04/07/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Hassiotis, Vasilis

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/054210

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4361021	A	30-11-1982	NONE

DE 2903779	A1	06-09-1979	AU 537405 B2 21-06-1984
			AU 4392479 A 30-08-1979
			BE 874338 A1 21-08-1979
			BR 7901254 A 02-10-1979
			CA 1095292 A1 10-02-1981
			CH 637043 A5 15-07-1983
			DK 81179 A 25-08-1979
			FR 2418045 A1 21-09-1979
			GB 2014888 A 05-09-1979
			IL 56552 A 31-12-1984
			IT 1193176 B 02-06-1988
			JP 1200221 C 05-04-1984
			JP 54128961 A 05-10-1979
			JP 58031256 B 05-07-1983
			NL 7901165 A 28-08-1979
			NO 790617 A 27-08-1979
			SE 441806 B 11-11-1985
			SE 7901714 A 25-08-1979
			US 4173134 A 06-11-1979

US 2004239053	A1	02-12-2004	NONE

EP 0470830	A1	12-02-1992	AT 121519 T 15-05-1995
			CA 2048586 A1 08-02-1992
			DE 69109020 D1 24-05-1995
			DE 69109020 T2 31-08-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/054210

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B21D5/08 B21D7/02 B21D7/024 B21D53/18 F16J15/08
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16J B21D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 361 021 A (MCVAY ROBERT D ET AL) 30. November 1982 (1982-11-30) das ganze Dokument -----	1-9, 15-20, 22-29
X	DE 29 03 779 A1 (GEN ELECTRIC GEN ELECTRIC [US]) 6. September 1979 (1979-09-06) Abbildungen 1-3 -----	1-8, 15-20, 22-29
X	US 2004/239053 A1 (ROWE GORDON D [US] ET AL) 2. Dezember 2004 (2004-12-02) Abbildungen 1-4,8 -----	1-12, 30-35, 38,39
X	EP 0 470 830 A1 (NIHON VALQUA KOGYO KK [JP]; IIDA PACKING IND CO LTD [JP]) 12. Februar 1992 (1992-02-12) das ganze Dokument -----	1-14,30, 31,33, 37,39

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. Juni 2011	04/07/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Hassiotis, Vasilis
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/054210

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4361021	A	30-11-1982	KEINE

DE 2903779	A1	06-09-1979	AU 537405 B2 21-06-1984
			AU 4392479 A 30-08-1979
			BE 874338 A1 21-08-1979
			BR 7901254 A 02-10-1979
			CA 1095292 A1 10-02-1981
			CH 637043 A5 15-07-1983
			DK 81179 A 25-08-1979
			FR 2418045 A1 21-09-1979
			GB 2014888 A 05-09-1979
			IL 56552 A 31-12-1984
			IT 1193176 B 02-06-1988
			JP 1200221 C 05-04-1984
			JP 54128961 A 05-10-1979
			JP 58031256 B 05-07-1983
			NL 7901165 A 28-08-1979
			NO 790617 A 27-08-1979
			SE 441806 B 11-11-1985
			SE 7901714 A 25-08-1979
			US 4173134 A 06-11-1979

US 2004239053	A1	02-12-2004	KEINE

EP 0470830	A1	12-02-1992	AT 121519 T 15-05-1995
			CA 2048586 A1 08-02-1992
			DE 69109020 D1 24-05-1995
			DE 69109020 T2 31-08-1995
