

(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
24. September 2020 (24.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/188038 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16J 9/14 (2006.01) *F16J 15/34* (2006.01)
F16J 15/3272 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/057634

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. März 2020 (19.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 106 993.9
19. März 2019 (19.03.2019) DE

(71) Anmelder: **KONZELMANN GMBH** [DE/DE]; Lise Meitner Str. 15, 74369 Löchgau (DE).

(72) Erfinder: **HEINE, Matthias**; Merzenstr. 31, Stuttgart 70469 (DE). **MICHAILIDIS, Michail**; Lerchenweg 4, 74357 Bönningheim (DE). **KRAMP, Heino**; Friedrich-Breining-Str. 22, 74354 Besigheim (DE).

(74) Anwalt: **HERRMANN, Jochen**; Königstr. 30, 70173 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: INTERNALLY CLAMPING RECTANGULAR SEALING RING

(54) Bezeichnung: INNENSPANNENDER RECHTECKDICHTRING

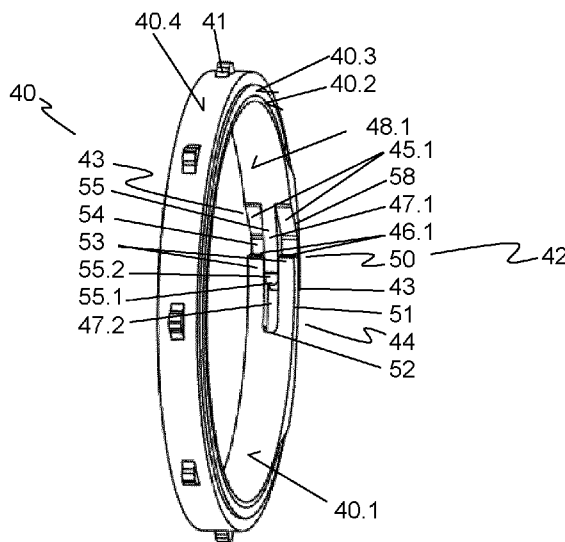


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to an internally clamping rectangular sealing ring (40) for sealing a shaft (20) with respect to a housing (10), wherein the rectangular sealing ring can be inserted into a groove (13) which is arranged circumferentially on a shaft bore (12), wherein the rectangular sealing ring is interrupted along its circumferential direction at a butt joint (42) and two ring end sections (43, 44) are formed, and wherein the rectangular sealing ring has an outer surface (40.4) pointing radially to the outside, an inner clamping surface (40.1) pointing radially to the inside, and flank surfaces (40.3) pointing oppositely in an axial direction. It is provided here that at least one run-on slope (45.1, 45.2, 45.3) is arranged at least on one ring end section, that the at least one run-on slope is oriented obliquely with respect to the circumferential direction and obliquely with respect to the radial direction of the rectangular sealing ring, and that, proceeding from a non-stressed state of the rectangular sealing ring, the at least one run-on slope forms a first mechanical contact, pointing in a circumferential direction, between the opposite ring end sections in the event of a reduction of the radius of the rectangular sealing ring brought about by prestressing of the rectangular sealing ring. The rectangular sealing ring makes low leakage rates possible, and can be installed in a non-directional manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen innenspannenden Rechteckdichtring (40) zum Abdichten einer Welle (20) gegenüber einem Gehäuse (10), wobei der Rechteckdichtring in eine an einer Wellenbohrung (12) umlaufend angeordneten Nut (13) einsetzbar ist, wobei der Rechteckdichtring



WO 2020/188038 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

entlang seiner Umfangsrichtung an einer Stoßstelle (42) unterbrochen ist und zwei Ringendabschnitte (43, 44) ausgebildet, und wobei der Rechteckdichtring radial nach außen weisend eine Außenfläche (40.4), radial nach innen weisend eine innere Spannfläche (40.1) und gegenüberliegend in axialer Richtung weisende Flankenflächen (40.3) aufweist. Dabei ist es vorgesehen, dass zumindest an einem Ringendabschnitt zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) angeordnet ist, dass die zumindest eine Anlaufschräge schräg zur Umfangsrichtung und schräg zur Radialrichtung des Rechteckdichtrings ausgerichtet ist und dass die zumindest eine Anlaufschräge, ausgehend von einem nicht gespannten Zustand des Rechteckdichtrings, bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings einen ersten in Umfangsrichtung weisenden mechanischen Kontakt zwischen den gegenüberliegenden Ringendabschnitten ausbildet. Der Rechteckdichtring ermöglicht geringe Leckraten und kann ungerichtet montiert werden.

Innenspannender Rechteckdichtring

Die Erfindung betrifft einen innenspannenden Rechteckdichtring zum Abdichten einer Welle gegenüber einem Gehäuse, wobei der Rechteckdichtring in eine an einer Wellenbohrung umlaufend angeordneten Nut einsetzbar ist, wobei der Rechteckdichtring entlang seiner Umfangsrichtung an einer Stoßstelle unterbrochen ist und zwei Ringendabschnitte ausgebildet, und wobei der Rechteckdichtring radial nach außen weisend eine Außenfläche, radial nach innen weisend eine innere Spannfläche und gegenüberliegend in axiale Richtung weisende Flankenflächen aufweist.

Rechteckdichtringe werden beispielsweise zur Abdichtung von Drehdurchführungen in Getrieben verwendet. Solche Drehdurchführungen dienen der Versorgung und Steuerung rotierender Einrichtungen mit einem Fluid. So ist es bekannt, Aktoren mittels Drucköl zu betätigen, welches über die Drehdurchführungen zugeführt wird. In einem typischen Aufbau einer solchen Drehdurchführung weist eine innerhalb eines

Gehäuses rotierende Welle eine zentrale und zumindest eine davon abgehende radiale Bohrung auf, die in einen Druckraum mündet. Der Druckraum ist durch die Welle und das Gehäuse begrenzt. Das Fluid wird über das Gehäuse oder über die Bohrungen in der Welle dem Druckraum zugeführt und gegenüberliegend über die Bohrungen bzw. das Gehäuse abgeführt. Zur Abdichtung des Druckraums zu dem zwischen der Welle und dem Gehäuse ausgebildeten Spalt sind beidseitig des Druckraums Rechteckdichtring vorgesehen. Da das Fluid unter einem hohen Druck stehen und die Welle mit hohen Drehzahlen rotieren kann, sind die Rechteckdichtringe einer hohen mechanischen und thermischen Belastung unterworfen.

Die Rechteckdichtungen werden in Nuten geführt, die üblicherweise in die Welle eingeformt sind. Die Dichtpaarungen liegen bei einer solchen Anordnung mit einem außerspannenden Rechteckdichtring zwischen den Flankenflächen des Rechteckdichtrings und den Flanken der Nut in der Welle, in die der Rechteckdichtring eingesetzt ist, sowie zwischen der äußeren Mantelfläche des Rechteckdichtrings und der Oberfläche der Wellenbohrung des Gehäuses. Außerspannende Rechteckdichtringe sind häufig aus Hochtemperatur-Thermoplasten gebildet. Sie sind an einer Stelle entlang ihres Umfanges geöffnet und bilden dort eine Stoßstelle, auch Schloss genannt, aus. Die Unterbrechung ermöglicht es, einen Rechteckdichtring zur Montage aufzuweiten, so dass er über die Welle zu der Nut geschoben und darin montiert werden kann. Für die Stoßstellen sind unterschiedliche Schlossgeometrien bekannt, beispielsweise ein Stumpfstoß, ein Überlappstoß, ein Doppel-T-Schloss oder Stufenschlösser. Der Schlossbereich weist konstruktionsbedingt eine schlechtere Dichtwirkung auf.

Innenspannende Dichtringe werden in Nuten, welche umlaufend zu der Welle in die Oberfläche der Wellenbohrung des Gehäuses eingeformt sind, eingesetzt. Die Dichtpaarungen sind zwischen den Flankenflächen des Rechteckdichtrings und den Flanken der in das Gehäuse eingebrachten Nut sowie zwischen der inneren Mantelfläche des Rechteckdichtrings und der Außenoberfläche der Welle ausgebildet.

Innenspannenden Dichtringen sind überwiegend als Gussringe mit unterschiedlichen Arten von Stumpfstößen ausgebildet. Im Vergleich dazu weisen aus einem Polymer hergestellte, außenspannende Rechteckdichtringe den Vorteil einer größeren Schlossvielfalt verbunden mit einer deutlich geringeren Leckage auf. Die zahlreichen bekannten Schlossgeometrien lassen sich allerdings bislang bei innenspannenden, polymeren Rechteckdichtringen nicht alle umsetzen, da hier nur solche Schlossgeometrien realisiert werden können, welche einen gerichteten Montageverbau ermöglichen. Bei einem solchen gerichteten Montageverbau muss sichergestellt werden, dass in einer vorgegebenen Reihenfolge zunächst ein erstes Schlossende in die sich in dem Gehäuse befindliche Nut eingesetzt und anschließend die andere Schlossseite eingeführt wird. Hierzu müssen die Schlossenden der Rechteckdichtringe zunächst aufgezogen und entweder axial oder radial versetzt zueinander montiert werden, was eine sehr aufwändige und zeitintensive Montage zur Folge hat. Dabei müssen die Rechteckdichtringe zusammengedrückt werden, so dass der tordierte Ringdurchmesser deutlich kleiner wird als der Durchmesser der Wellenbohrung in dem Gehäuse.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen innenspannenden Rechteckdichtring zu schaffen, welcher für eine Vielzahl von Schlossarten eine ungerichtete Montage ermöglicht.

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass zumindest an einem Ringendabschnitt zumindest eine Anlaufschräge angeordnet ist, dass die zumindest eine Anlaufschräge schräg zur Umfangsrichtung und schräg zur Radialrichtung des Rechteckdichtrings ausgerichtet ist und dass die zumindest eine Anlaufschräge, ausgehend von einem nicht gespannten Zustand des Rechteckdichtrings, bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings einen ersten in Umfangsrichtung weisenden mechanischen Kontakt zwischen den gegenüberliegenden Ringendabschnitten ausbildet.

Die Radialrichtung weist dabei ausgehend von einer Mittelachse des Rechteckdichtrings radial nach außen auf den Rechteckdichtring. Sie steht damit

senkrecht auf der Umfangsrichtung. Die Umfangsrichtung weist in jedem Abschnitt des Rechteckdichtrings in Richtung der dortigen Tangente.

Wird der Rechteckdichtring durch eine vorzugsweise radial nach innen gerichtete Kraft derart vorgespannt, dass sich sein Radius verringert, so bewegen sich die Ringendabschnitte in Umfangsrichtung aufeinander zu. Trifft der der Anlaufschräge gegenüberliegende Ringendabschnitt auf die Anlaufschräge, so wird er entsprechend der Neigung der Anlaufschräge radial nach außen oder nach innen abgelenkt. Die Ringendabschnitte gleiten radial übereinander. Es bildet sich eine ebene Spirale aus. Dabei ist durch die Neigung der zumindest einen Anlaufschräge vorgegeben, welcher der beiden Ringendabschnitte radial nach außen und welcher radial nach innen ausgelenkt wird. Zur Montage in eine in ein Gehäuse eingebrachte Nut wird der Rechteckdichtring so weit vorgespannt, dass sein Außendurchmesser kleiner als die in das Gehäuse eingebrachte Wellenbohrung ist. Der Rechteckdichtring kann jetzt in axialer Richtung in die Wellenbohrung eingeschoben werden. Dabei ist die Mittelachse des Rechteckdichtrings in Richtung der Mittelachse der Wellenbohrung ausgerichtet. Erreicht der Rechteckdichtring die Position der Nut, kann er sich wieder entspannen, wobei sich sein Außenradius vergrößert und der Rechteckdichtring in die Nut einschnappt. Durch die Ausrichtung der Anlaufschräge ist definiert, welcher der beiden Ringendabschnitte bei vorgespanntem Rechteckdichtring radial außen liegt und daher zuerst in die Nut eingeführt wird und welcher nachfolgt. Damit können Schlossgeometrien vorgesehen werden, welche eine vorgegebene Reihenfolge beim Zusammenführen der Ringendabschnitte erfordern. Der Rechteckdichtring kann vorteilhaft in beiden möglichen Ausrichtungen, bei denen seine Mittelachse in Richtung der Mittelachse der Wellenbohrung ausgerichtet ist, in die Wellenbohrung eingeführt werden. Er muss somit nicht gerichtet verbaut werden, was zu einer wesentlichen Vereinfachung der Montage führt.

Eine einfache Montage der Rechteckdichtringe kann dadurch erreicht werden, dass die zumindest eine Anlaufschräge gegenüber der Radialrichtung in einem Winkel zwischen 30° und 80° , vorzugsweise zwischen 45° und 80° , geneigt ist. In einem Winkelbereich zwischen 30° und 80° gleiten die Ringendabschnitte beim Vorspannen des Rechteckdichtrings sicher übereinander. In einem Winkelbereich zwischen 45°

und 80° ist der zusätzlich erforderliche Kraftaufwand zur radialen Verstellung der Ringendabschnitte vergleichsweise gering.

Vorzugsweise kann es vorgesehen sein, dass die zumindest eine Anlaufschräge über ihre gesamte Erstreckung den gleichen Neigungswinkel gegenüber der Radialrichtung und/oder der Umfangsrichtung aufweist oder dass sich der Neigungswinkel der zumindest einen Anlaufschräge gegenüber der Radialrichtung und/oder der Umfangsrichtung entlang ihrer Erstreckung ändert. Anlaufschrägen mit gleichbleibendem Neigungswinkel sind einfach herstellbar. Anlaufschrägen mit sich änderndem Neigungswinkel ermöglichen in Abhängigkeit von der vorliegenden Vorspannung des Rechteckdichtrings bei einer gleichen Änderung von dessen Umfang unterschiedliche radiale Verschiebungen der Ringendabschnitte zueinander. Dadurch kann beispielsweise die erforderliche Kraft beim Vorspannen des Rechteckdichtrings über den erforderlichen Verstellweg gleichmäßig werden, indem die Neigung der Anlaufschräge gegenüber der Umfangsrichtung in Bewegungsrichtung des gegenüberliegenden Ringendabschnittes flacher wird.

Bevorzugt kann es vorgesehen sein, dass die zumindest eine Anlaufschräge entlang der Stoßrichtung des gegenüberliegenden Ringendabschnitts bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings zu der inneren Spannfläche des Rechteckdichtrings hin geneigt ist oder dass die zumindest eine Anlaufschräge entlang der Stoßrichtung des gegenüberliegenden Ringendabschnitts bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings zu der Außenfläche des Rechteckdichtrings hin geneigt ist. Bei einer Neigung der Anlaufschräge hin zur inneren Spannfläche des Rechteckdichtrings schiebt sich der gegenüberliegende Ringendabschnitt radial unter den Ringendabschnitt, an dem die Anlaufschräge angeordnet ist. Bei einer Neigung der Anlaufschräge hin zur Außenfläche des Rechteckdichtrings schiebt sich der gegenüberliegende Ringendabschnitt radial über den Ringendabschnitt, an dem die Anlaufschräge angeordnet ist. Durch eine geeignete Ausrichtung der Neigung der Anlaufschräge kann somit der Ringendabschnitt, der zuerst in die in das Gehäuse eingebrachte Nut

eingeführt werden soll, radial außen und der Ringendabschnitt, der nachfolgend in die Nut eingeführt werden soll, radial innen angeordnet werden.

Eine mögliche Erfindungsvariante kann dergestalt sein, dass an dem dem Ringendabschnitt mit der zumindest einen Anlaufschräge gegenüberliegenden Ringendabschnitt zumindest ein Erstkontaktabschnitt angeordnet ist, dass der zumindest eine Erstkontaktabschnitt bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings einen ersten in Umfangsrichtung weisenden mechanischen Kontakt zwischen den gegenüberliegenden Ringendabschnitten ausbildet und dass der zumindest eine Erstkontaktabschnitt der zumindest einen Anlaufschräge zugewandt abgerundet ist oder eine entsprechend der Neigung der Anlaufschräge ausgerichtete Abschrägung aufweist. Bei einer durch Vorspannen bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings stößt der Erstkontaktabschnitt des einen Ringendabschnitts auf die an dem gegenüberliegenden Ringendabschnitt angeordnete Anlaufschräge und gleitet entsprechend deren Neigung an dieser entlang. Die Ringendabschnitte werden dadurch radial übereinander geschoben. Durch eine Abrundung des Erstkontaktabschnittes wird eine gleichmäßige Gleitbewegung des Erstkontaktabschnittes auf der Anlaufschräge erreicht. Dies gilt auch, wenn der Erstkontaktabschnitt nicht optimal zur Anlaufschräge ausgerichtet ist. Scharfe Kanten im Kontaktbereich zwischen den Ringendabschnitten, welche beim Vorspannen des Rechteckdichtrings zu einer Verkantung führen können, werden vermieden. Bei einer entsprechend der Neigung der Anlaufschräge ausgerichteten Abschrägung des Erstkontaktabschnittes wird ein großflächiger Kontakt zwischen den Ringendabschnitten erzielt. Die Anlaufschräge und die Abschrägung gleiten dadurch auch bei großen wirkenden Kräften leichtgängig aufeinander ab. Eine Deformation des Erstkontaktabschnittes und der Anlaufschräge wird durch die vergleichsweise große Kontaktfläche sicher vermieden.

Neben der radialen Verstellung der Ringendabschnitte zueinander kann durch das Vorspannen des Rechteckdichtrings auch eine axiale Verstellung erfolgen. Die axiale Verstellung kann dabei gewünscht sein, um beispielsweise eine leichtgängige und sichere Einführung des Rechteckdichtrings in die zugehörige Nut zu erreichen. Eine gewünschte axiale Verstellung kann durch eine entsprechende Neigung der

Anlaufschräge, welche dann vorzugsweise eine axiale Komponente aufweist, erzielt werden. Sie kann jedoch auch unbeabsichtigt, insbesondere bei einer manuellen Montage des Rechteckdichtrings mit einem entsprechenden Montagewerkzeug, verursacht sein. Um sicherzustellen, dass auch bei axial zueinander verstellten Ringendabschnitten ein Ringendabschnitt radial außen auf dem zweiten Ringendabschnitt aufliegt kann es vorgesehen sein, dass zwischen den gegenüberliegenden Ringendabschnitten ein Blockadeelement wirkt und dass das Blockadeelement eine axial gerichtete Verstellung der Ringendabschnitte zueinander begrenzt. Durch das Blockadeelement wird vorgegeben, wie stark die Ringendabschnitte axial versetzt zueinander angeordnet sein können, wie groß also die Überlappung der Ringendabschnitte mindestens sein muss.

Eine ausreichend große, gegenseitige radiale Abstützung der Ringendabschnitte kann dadurch erreicht werden, dass das Blockadeelement eine axial gerichtete Verstellung der Ringendabschnitte derart begrenzt, dass die Ringendabschnitte in axialer Richtung um mindestens 15 % ihrer in axialer Richtung gemessenen Abmessung überlappen.

Vorzugsweise kann es vorgesehen sein, dass das Blockadeelement bei einem auf einen gegenüber dem ungespannten Zustand kleineren Radius gespannten Rechteckdichtring nach Erreichen eines vorgegebenen Endradius des Rechteckdichtrings in Eingriff oder nicht mehr in Eingriff zu beiden Ringendabschnitten steht. Steht das Blockadeelement nach Erreichen des vorgegebenen Endradius in Eingriff mit beiden Ringendabschnitten, so ist sichergestellt, dass sich die Ringendabschnitte während der Montage des Rechteckdichtrings in eine zugeordnete Nut nicht über den zulässigen Bereich relativ zueinander axial verschieben. Steht das Blockadeelement nach Erreichen des vorgegebenen Endradius nicht mehr in Eingriff zu beiden Ringendabschnitten, so ist die axiale Führung lediglich während des Vorspannens des Rechteckdichtrings wirksam. Das Vorspannen kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass der Rechteckdichtring entlang der Richtung seiner Mittelachse in eine konisch zulaufende Hülse eingeschoben wird. Dabei werden von einem geeigneten Werkzeug hohe Querkräfte auf den Rechteckdichtring übertragen. Das Blockadeelement verhindert, dass sich die Ringendabschnitte durch die

erforderlichen Querkräfte um mehr als einen zulässigen Bereich zueinander axial verstellen. Nach Erreichen des vorgegebenen Endradius wirken nur noch vergleichsweise geringe axiale Kräfte entgegen der Einschubrichtung auf den Rechteckdichtring. In diesem letzten Montageabschnitt ist daher keine zusätzliche axiale Blockierung der Ringendabschnitte zueinander erforderlich. Abhängig von der verwendeten Schlossgeometrie kann das Einschnappen der Ringendabschnitte in die Nut vereinfacht sein, wenn in diesem letzten Montageabschnitt keine axiale Blockierung der Ringendabschnitte zueinander vorliegt.

Der Eingriff des Blockadeelements zu einem oder beiden Ringendabschnitten kann über eine entsprechende Formschlussverbindung erfolgen. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der Eingriff des Blockadeelements durch eine feste Verbindung zu einem der Ringendabschnitte erfolgt, vorzugsweise dass das Blockadeelement einstückig mit einem der Ringendabschnitte verbunden ist.

Ein erfindungsgemäßer Rechteckdichtring kann derart sein, dass entlang der Bewegungsrichtung des jeweils gegenüberliegenden Ringendabschnitts bei einer durch Vorspannen bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings die zumindest eine Anlaufschräge und der Erstkontaktabschnitt in jeweils eine Auflagefläche übergehen und dass die Auflageflächen vorzugsweise in Umfangsrichtung des Rechteckdichtrings verlaufend ausgerichtet sind. Beim Vorspannen des Rechteckdichtrings gleitet zunächst der Erstkontaktabschnitt entlang der Anlaufschräge. Erreicht der Erstkontaktabschnitt das Ende der Anlaufschräge, so sind die Ringendabschnitte radial versetzt zueinander angeordnet. Bei einer weiteren Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings gleiten jetzt die Ringendabschnitte in Umfangsrichtung aneinander vorbei. Dabei liegen die Ringendabschnitte mit ihren Auflageflächen aneinander an. Der Radius des Rechteckdichtrings kann so auf das zum Einführen in die Wellenbohrung erforderliche Maß reduziert werden, wobei der eine Ringendabschnitt radial außen und der weitere Ringendabschnitt radial innen angeordnet bleiben.

Üblicherweise sind an der Außenfläche des innenspannenden Rechteckdichtrings Zentriernocken vorgesehen, welche eine radiale Führung des Rechteckdichtrings innerhalb der Nut bewirken. Diese Zentriernocken sind entlang des Umfangs des

innenspannenden Rechteckdichtrings vorzugsweise in regelmäßigen Abständen zueinander angeordnet. Beim Vorspannen des Rechteckdichtrings hin zu einem kleineren Radius kann es vorkommen, dass sich der radial nach außen verstellte Ringendabschnitt über die der Stoßstelle nächstliegende Zentriernocke schiebt. Um zu vermeiden, dass der äußere Ringendabschnitt dabei in axialer Richtung von der Zentriernocken abrutscht kann es vorgesehen sein, dass an der Außenfläche des Rechteckdichtrings in Umfangsrichtung beabstandet zueinander angeordnete Zentriernocken angeordnet sind und dass sich zumindest eine der Zentriernocken quer zur Umfangsrichtung über die in axialer Richtung gemessenen Breite des Rechteckdichtrings erstreckt. Vorzugsweise erstreckt sich die in Stoßrichtung des nach außen verstellten Ringendabschnitts nächstliegende Zentriernocke über die gesamte Breite des Rechteckdichtrings. Der nach außen verstellte Ringendabschnitt liegt dann über seine gesamte in axialer Richtung gemessenen Breite auf der Zentriernocke auf. Es besteht daher nicht die Gefahr, dass der nach außen verstellten Ringendabschnitt von der Zentriernocke und damit von dem nach innen verstellten Ringendabschnitt axial abgeleitet.

Eine Welle kann dann einfach in eine Wellenbohrung und einen darin angeordneten Rechteckdichtring eingeschoben werden, wenn es vorgesehen ist, dass an den Übergängen von den Flankenflächen zu der inneren Spannfläche jeweils eine schräg von den Flankenflächen zu der inneren Spannfläche hin ausgerichtete Einführfase angeordnet ist. Der Innendurchmesser des innenspannenden Rechteckdichtrings entspricht maximal dem Sollmaß des Wellendurchmessers der Welle, gegen den er läuft. Durch die Einführfase wird der in der Nut montierte Rechteckdichtring beim Einführen der Welle aufgeweitet, sodass die Welle in den Rechteckdichtring eingeschoben werden kann und sich dieser mit seiner inneren Spannfläche fest an die äußere Oberfläche der Welle anlegt. Sind an beiden Übergängen von den Flankenflächen zu der inneren Spannfläche Einführfasen vorgesehen, so kann die Welle von beiden Seiten in den Rechteckdichtring eingeschoben werden. Der Rechteckdichtring kann somit in beiden möglichen axialen Ausrichtungen in die Nut eingesetzt werden.

Geringe Leckagen einer von dem Rechteckdichtring abgedichteten Drehdurchführung können dadurch erreicht werden, dass der innenspannende

Rechteckdichtring spritzgießtechnisch aus einem hochpräzise verarbeitbarem Polymerwerkstoff hergestellt wird. In Verbindung mit der, in der Regel hohen thermischen und mechanischen Beanspruchung können hierzu insbesondere modifizierte Hochtemperaturwerkstoffe wie Polyacryletherketone, Polyimide, Polyamidimide, Polyphthalamide, Polyetherimide (PEI, PBMI), Polyetherketone, Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Polyamide (PA) zum Einsatz kommen wird.

Insbesondere kann es dabei vorgesehen sein, dass der Polymerwerkstoff mit zumindest einem Füllstoff und/oder einem Verstärkungsstoff versetzt ist. Der Füllstoff und/oder der Verstärkungsstoff führen zu einer hohen Formstabilität des Rechteckdichtrings. Sie gewährleisten einen ausreichend hohen Anpressdruck des innenspannenden Rechteckdichtrings an die Welle, um bei geringen Reibungsverlusten eine gute Dichtwirkung zu erreichen.

Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass die Ringendabschnitte zueinander korrespondierende Schlosselemente aufweisen. Die Ringendabschnitte bilden einen Konturbereich, um eine Dichtwirkung sicherzustellen. Die Schlosselemente können Formschlusselemente bilden. Dabei führt die zumindest eine erfindungsgemäße Anlaufschräge dazu, dass die Schlosselemente (Formschlusselemente) in der richtigen Ausrichtung zueinander angeordnet und damit in der richtigen Reihenfolge ineinandergefügt werden. Es können auf diese Weise Schlossgeometrien realisiert werden, welche geringe Leckraten aufweisen. Weiterhin ermöglicht diese erfindungsgemäße Ausführung die zuverlässige Montage in tiefen Bohrungen

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen seitlichen Schnittdarstellung eine Drehdurchführung mit zwei innenspannenden Rechteckdichtringen,

Fig. 2 in einer schematischen Schnittdarstellung einen Ausschnitt eines innenspannenden Rechteckdichtrings,

- Fig. 3 in einer perspektivischen Darstellung einen innenspannenden Rechteckdichtring mit einem Doppel-T-Schloss mit einem ersten Erstkontaktabschnitt,
- Fig. 4 in einer weiteren perspektivischen Darstellung den in Fig. 3 gezeigten, innenspannenden Rechteckdichtring,
- Fig. 5 in einer perspektivischen Darstellung das in Fig. 3 und 4 gezeigte Doppel-T-Schloss mit den ersten Erstkontaktabschnitten,
- Fig. 6 in einer perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss mit zweiten Erstkontaktabschnitten,
- Fig. 7 in einer teilweise geschnittenen, perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss mit einer schrägen vorderen Stegkante,
- Fig. 8 in einer teilweise geschnittenen, perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss mit einer in radialer Richtung verlaufenden vorderen Stegkante,
- Fig. 9 in einer teilweise geschnittenen, perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss mit einem geraden Gabelgrund,
- Fig. 10 in einer perspektivischen Darstellung einen innenspannenden Rechteckdichtring mit einer verbreitert ausgeführten ersten Zentriernocke,
- Fig. 11 in einer perspektivischen Darstellung einen innenspannenden Rechteckdichtring mit einem Einfachstufenschloss,
- Fig. 12 in einer ersten Seitenansicht den in Fig. 11 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring mit einem Einfachstufenschloss in einem nicht vorgespannten Zustand,

- Fig. 13 in einer ersten Seitenansicht den in den Fig. 11 und 12 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring mit einem Doppel-T-Schloss in einem teilweise vorgespannten Zustand,
- Fig. 14 in einer zweiten Seitenansicht den in den Fig. 11, 12 und 13 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring mit einem Einfachstufenschloss in einem nicht vorgespannten Zustand,
- Fig. 15 in einer zweiten Seitenansicht den in Fig. 11 bis 14 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring mit einem Einfachstufenschloss in einem teilweise vorgespannten Zustand,
- Fig. 16 in einer perspektivischen Darstellung ein Montagewerkzeug,
- Fig. 17 in einer Schnittdarstellung das in Fig. 16 gezeigte Montagewerkzeug mit einer Ringaufnahme und
- Fig. 18 in einer Schnittdarstellung das in den Fig. 16 und 17 gezeigte Montagewerkzeug mit einer Hülse.

Figur 1 zeigt in einer schematischen seitlichen Schnittdarstellung eine Drehdurchführung 1 mit zwei innenspannenden Rechteckdichtringen 40.

Die Darstellung wie auch die Darstellungen der nachfolgenden Figuren 2 bis 19 sind schematisch und nicht maßstabsgetreu.

Die innenspannende Rechteckdichtringe 40 sind jeweils in einer Nut 13 angeordnet. Die beiden Nuten 13 sind umlaufend zu einer Welle 20 in eine innere Oberfläche 14 einer Wellenbohrung 12 eines Gehäuses 10 eingearbeitet. Sie weisen jeweils zwei axial beabstandet zueinander angeordnete und radial ausgerichtete Nutflanken auf und sind gegenüberliegend zu der Welle 20 von einem Nutboden 13.1 abgeschlossen. Die Welle 20 ist um ihre Längsachse drehbar in der Wellenbohrung

12 geführt. Von dem Gehäuse 10 und der Welle 20 ist jeweils nur ein Ausschnitt gezeigt. Zwischen den innenspannenden Rechteckdichtringen 40 ist umlaufend zu der Welle 20 ein Druckraum 30 in das Gehäuse 10 eingeformt. Der Druckraum 30 ist, zum Beispiel über eine in die Welle eingebrachte, radial ausgerichtete Ölzuführung 21 mit einer Zentralbohrung 22 der Welle 20 verbunden. Die Zentralbohrung 22 verläuft axial entlang der Mittellängsachse der Welle 20. Im Bereich des Druckraums 30 ist das Gehäuse 10 von einem Einlass 11 durchbrochen. Der Einlass 11 schafft Zugang zu dem Druckraum 30. Um eine freie Drehung der Welle 20 innerhalb der Wellenbohrung 12 zu ermöglichen, ist zwischen der Welle 20 und dem Gehäuse 10 ein Spalt ausgebildet. Der Spalt ist beidseits des Druckraums 30 durch die beiden innenspannenden Rechteckdichtringe 40 abgedichtet. Dem Druckraum 30 zugewandt ist so ein innerer Austrittsspalt 31.1 und vom Druckraum 12 abgewandt ein äußerer Austrittsspalt 31.2 gebildet. Die innenspannenden Rechteckdichtringe 40 sind jeweils mit einer inneren Spannfläche 40.1, wie diese in Fig. 2 gezeigt ist, an eine äußere Oberfläche 23 der Welle 20 angedrückt.

Die Drehdurchführung 1 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel Teil eines nicht dargestellten Fahrzeuggetriebes. Bei dem Getriebe werden mit unter Druck stehendem Öl Aktuatoren, beispielsweise eine Kupplung oder anderweitige Schaltelemente, bedient. Das Öl wird über den Einlass 11 des Gehäuses 10 dem Druckraum 30 zugeführt. Über die Ölzuführung 21 wird das Öl bei sich drehender Welle 20 in die Zentralbohrung 22 der Welle 20 und entlang dieser zu den Aktuatoren geleitet. In einer funktionalen Umkehr kann das Öl der Zentralbohrung 22 durch die Drehdurchführung 1 auch entnommen werden. Das unter hohem Druck stehende Öl wird dann von der Zentralbohrung 22 über die Ölzuführung 21 dem Druckraum 30 und von diesem dem Einlass 11 des Gehäuses 10 zugeführt. Von dem Einlass 11 kann das Öl beispielsweise einem Aktuator zugeführt werden.

Je nach Anwendung kann das Öl einen Druck von beispielsweise 8 MPa aufweisen und die Welle 12 bei Drehzahlen von bis zu 15.000 Umdrehungen/min betrieben werden. Die innenspannende Rechteckdichtringe 40 dichten den Druckraum 30 entlang des zwischen der Welle 20 und dem Gehäuse 10 ausgebildeten Spalts ab, sodass der erforderliche Druck aufrechterhalten und die Öl-Leckage gering gehalten

werden. Durch den hohen Druck und die hohen Drehzahlen sind die Rechteckdichtringe 40 einer hohen mechanischen und thermischen Belastung ausgesetzt. Selbstverständlich können die erfindungsgemäßen Rechteckdichtringe 40 auch bei kleineren Lasten zum Einsatz kommen.

Die in Fig. 1 und den nachfolgend beschriebenen Figuren gezeigten Dichtringe 40 sind aus einem Kunststoff hergestellt. Dazu sind vorzugsweise Hochtemperatur-Werkstoff, wie beispielsweise Polyacryletherketone (PEK, PEEK) oder Polyimide (PI, PBMI, PAI, PEI) oder ein jeglicher anderer für die Anwendung geeigneter Werkstoff, wie er beispielsweise weiter oben erwähnt wurde, verwendet. Die Kunststoffe sind vorzugsweise mit Füll- und Verstärkungsstoffen versetzt.

Die Rechteckdichtringe 40 sind bevorzugt mittels eines Spritzgussverfahrens hergestellt. Es ist jedoch auch denkbar, die Rechteckdichtringe 40 anderweitig über die Schmelze formgebend oder auch mittels spanender Bearbeitung herzustellen.

Entsprechend einer weiteren denkbaren Ausgestaltungsvariante der Erfindung können die Rechteckdichtringe 40 aus einem Polytetrafluorethylen (PTFE) hergestellt sein. Ebenfalls denkbar ist es, die Rechteckdichtringe 40 aus Gussmaterialien, insbesondere als Grauguss-Dichtringe, zu fertigen.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung einen Ausschnitt eines Rechteckdichtrings 40. Die Schnittfläche verläuft dabei radial im Bereich einer Zentriernocke 41. Die Zentriernocke 41 ist an eine radial außenliegende Außenfläche 40.4 des Rechteckdichtrings 40 angeformt. Die Außenfläche 40.4 ist quer zur Radialrichtung des Rechteckdichtrings 40 ausgerichtet. Seitlich bildet der Rechteckdichtring 40 radial ausgerichtete Flankenflächen 40.3 aus. Die Flankenflächen 40.3 sind in axialer Richtung beabstandet zueinander angeordnet. Sie gehen jeweils über eine den Rechteckdichtring 40 verjüngende Stufe in die abgewinkelt zu den Flankenflächen 40.3 angeordnete Außenfläche 40.4 über. Gegenüberliegend zu der Außenfläche 40.4 ist eine innere Spannfläche 40.1 des Rechteckdichtrings 40 angeordnet. Die innere Spannfläche 40.1 ist durch die innere Mantelfläche des Rechteckdichtrings 40 gebildet. In den Übergängen von den

Flankenflächen 40.3 zu der inneren Spannfläche 40.1 können Einführfasen 40.2 vorgesehen sein. Die Einführfasen 40.2 sind jeweils in einem Winkel zu der inneren Spannfläche 40.1 ausgerichtet. Sie bilden einen schräg zur Radialrichtung ausgerichteten Übergang von der inneren Spannfläche 40.1 zu den Flankenflächen 40.3.

Der so ausgebildete Rechteckdichtring 40 kann in eine Nut 13 an einer Wellenbohrung 12 eines Gehäuses 10 eingesetzt werden, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist. Dabei weist der Außenfläche 40.4 in Richtung zu dem Nutboden 13.1. Die Zentriernocken 41 können zumindest zeitweise an dem Nutboden 13.1 anliegen, wodurch der Rechteckdichtring 40 radial zentriert wird. Die Einführfasen 40.2 dienen der vereinfachten Einführung der Welle 20 in die Wellenbohrung 12. Der Innendurchmesser des nicht vorgespannten Rechteckdichtrings 40 beträgt maximal das Sollmaß des Außendurchmessers der Welle 20. Beim Einschieben der Welle 20 in die Wellenbohrung 12 trifft diese zunächst auf eine der Einführfasen 40.2. Dadurch wird die Welle 20 gegenüber dem Rechteckdichtring 40 zentriert. Weiterhin wird der Rechteckdichtring 40 derart aufgeweitet, dass die Welle 20 eingeschoben werden kann. Vorzugsweise sind an beiden gegenüberliegenden Übergängen von den Flankenflächen 40.3 zu der inneren Spannfläche 40.1 Einführfasen 40.2 vorgesehen. Die Welle 20 kann somit aus beiden Richtungen in den Rechteckdichtring 40 eingeschoben werden. Besonders vorteilhaft kann der Rechteckdichtring 40 dadurch in beiden möglichen Ausrichtungen in der jeweiligen Nut 13 angeordnet sein.

Montiert spannt der innenspannende Rechteckdichtring 40 nach innen druckunterstützt auf die Welle 20. Die Dichtpaarungen bilden sich zwischen den Flankenflächen 40.3 des Rechteckdichtrings 40 und den Nutflanken 13.2 der gehäuseseitigen Nut 13 sowie zwischen der inneren Spannfläche 40.1 des Rechteckdichtrings 40 und der äußeren Oberfläche 23 der Welle 20.

Fig. 3 zeigt in einer perspektivischen Darstellung einen innenspannenden Rechteckdichtring 40 mit einem Doppel-T-Schloss 50 mit einem ersten Erstkontaktabschnitt 46.1.

Wie zu Fig. 2 beschrieben, bildet die innere Mantelfläche des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 dessen innere Spannfläche 40.1, die gegenüberliegenden Seitenflächen die Flankenflächen 40.3 und die äußere Mantelfläche die Außenfläche 40.4. Die Zentriernocken 41 sind in Umfangsrichtung gleichmäßig entlang der Außenfläche 40.4 angeordnet.

Der Rechteckdichtring 40 ist an einer Stoßstelle 42 geöffnet. Die der Stoßstelle 42 zugewandten Enden des Rechteckdichtrings 40 bilden einen ersten Ringendabschnitt 43 und gegenüberliegend einen zweiten Ringendabschnitt 44 aus. Die Stoßstelle 42 wird auch als Schloss bezeichnet. Es sind eine Vielzahl unterschiedlicher Schlossarten bekannt, beispielsweise Stumpfschlösser, Überlappschlösser oder Stufenschlösser. In der in Fig. 3 gewählten Perspektive ist die Innenseite der Stoßstelle 42 zu dem Betrachter ausgerichtet.

Bei dem in Fig. 3 gezeigten Rechteckdichtring 40 ist die Stoßstelle 42 als Doppel-T-Schloss 50 ausgeführt. An dem ersten Ringendabschnitt 43 ist ein T-Stück 58 mit einem Deckabschnitt 54 und einem daran angeformten Steg 55 und an dem zweiten Ringendabschnitt 44 eine Gabel 51 ausgebildet. Der Deckabschnitt 54 ist gegenüber der Gabel 51 radial außen angeordnet. In dem gezeigten Zustand des Rechteckdichtrings 40 überdeckt der Deckabschnitt 54 die Gabel 51 teilweise. Radial nach innen gerichtet ist der Steg 55 an den Deckabschnitt 54 angeformt. Der Steg 55 ist entlang seiner Längserstreckung in Umfangsrichtung ausgerichtet. Axial ist der Steg 55 in der Mitte des Rechteckdichtrings 40 angeordnet. Er greift in einen zwischen zwei Zinken 53 der Gabel 51 ausgebildeten Zwischenraum ein. Der zwischen den Zinken 53 ausgebildete Zwischenraum erstreckt sich ebenfalls in Umfangsrichtung des Rechteckdichtrings 40 und ist axial in der Mitte des Rechteckdichtrings 40 angeordnet. Der Steg 55 kann daher in Umfangsrichtung entlang des Zwischenraums verschoben werden. In axialer Richtung ist der Steg 55 durch die Zinken 53 der Gabel 51 blockiert. Der Steg 55 bildet somit ein Blockadeelement 47.1 und der Zwischenraum eine Führung 47.2 aus. Durch den Eingriff des an dem ersten Ringendabschnitt 43 angeordneten Blockadeelements 47.1 in die an dem zweiten Ringendabschnitt 44 vorgesehene Führung 47.2 wird eine axiale Verschiebung der Ringendabschnitte 43, 44 zueinander blockiert. Dabei ist bei

dem in Fig. 3 gezeigten Rechteckdichtring 40 das Zusammenwirken des Blockadeelement 47.1 und der Führung 47.2 derart vorgegeben, dass die Ringendabschnitte 43, 44 ohne oder mit nur geringen axialen Versatz radial übereinander liegen. Es ist denkbar, dass Blockadeelement 47.1 und die Führung 47.2 derart auszubilden, dass ein axialer Versatz der Ringendabschnitte 43, 44 zueinander zugelassen wird. Dabei ist vorzugsweise sichergestellt, dass sich die Ringendabschnitte 43, 44 in axialer Richtung um mindestens einen vorgegebenen Betrag, der sich aus der Differenz der Wärmedehnung zwischen Ring und Gehäuse im Betrieb ergibt, überlappen.

Der Steg 55 bildet an seinem dem gegenüberliegenden zweiten Ringendabschnitt 44 zugewandten Ende eine vordere Stegkante 55.1 aus. Diese ist gegenüberliegend zu einem Gabelgrund 52 der Gabel 51 angeordnet. Zum Inneren des Rechteckdichtrings 40 hin geht die vordere Stegkante 55.1 über eine Anchrägung 55.2 in eine radial nach innen gerichtete Abschlussfläche des Stegs 55 über, welche eine stetige Verlängerung der inneren Spannfläche 40.1 ausbildet. Entsprechend bilden auch die Zinken 53 der Gabel 51 in Verlängerung der inneren Spannfläche 40.1 innere Abschlussflächen aus. Mit den Verlängerungen der Zinken 53 und dem Steg 55 ist sichergestellt, dass der innenspannende Rechteckdichtring 40 auch im Bereich der Stoßstelle 42 an der in Fig. 1 gezeigten Welle 20 dichtend anliegt.

Die Gabel 51 und der Deckabschnitt 54 sind in radialer Richtung verdünnt gegenüber den außerhalb der Stoßstelle 42 angeordneten Bereichen des Rechteckdichtrings 40 ausgebildet. Sie sind in radialer Richtung versetzt zueinander ausgerichtet. Die nach innen gerichtete Oberfläche des Deckabschnitts 54 geht über erste Anlaufschrägen 45.1 in die innere Spannfläche 40.1 des Rechteckdichtrings 40 über. In seinem den ersten Anlaufschrägen 45.1 zugewandten Abschnitt bildet die innere Spannfläche 40.1 eine innengerichtete Auflagefläche 48.1 aus. Die ersten Anlaufschrägen 45.1 sind durch den Steg 55 voneinander getrennt. Sie sind in Umfangsrichtung des Rechteckdichtrings 40 gegenüberliegend zu den Enden der Zinken 53 der Gabel 51 angeordnet. Die Zinken 53 bilden endseitig die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 aus.

Fig. 4 zeigt in einer weiteren perspektivischen Darstellung den in Fig. 3 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring 40. Dabei ist der innenspannende Rechteckdichtring 40 so ausgerichtet, dass die Außenseite der Stoßstelle 42 zum Betrachter weist.

Der Deckabschnitt 54 ist nach außen von einem Zentrierabschnitt 57 abgeschlossen. Der Zentrierabschnitt 57 bildet gegenüber der Außenfläche 40.4 eine radial nach außen gerichtete Erhöhung. Seine radial außenliegende Oberfläche liegt dadurch auf dem gleichen Radius wie die äußeren Abschlüsse der Zentriernocken 41. Bei in einer Nut 13 angeordnet innenspannenden Rechteckdichtring 40 liegt der Zentrierabschnitt 57 gegenüber dem in Fig. 1 gezeigten Nutboden 13.1. Der innenspannende Rechteckdichtring 40 ist dadurch auch im Bereich seiner Stoßstelle 42 innerhalb der Nut 13 radial geführt.

Die radial äußeren Oberflächen der Zinken 53 der Gabel 52 bilden eine außengerichtete Auflagefläche 48.2. Diese ist gegenüber der Außenfläche 40.4 des Rechteckdichtrings 40 radial nach innen versetzt und gibt somit einen Aufnahmebereich 56 für den Deckabschnitt 54 des T-Stücks 58 frei.

Fig. 5 zeigt in einer perspektivischen Darstellung das in Fig. 3 und 4 gezeigte Doppel-T-Schloss 50 mit den ersten Erstkontaktabschnitten 46.1 als Ausschnitt des innenspannenden Rechteckdichtrings 40.

Die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 sind zu den ersten Anlaufschrägen 45.1 hinweisend abgerundet ausgebildet.

Zur Montage des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 in die in Fig. 1 gezeigte Nut 13 wird dieser über eine vorzugsweise über den gesamten Umfang radial wirkende Normalkraft derart vorgespannt, dass sich sein Außenradius so weit verringert, dass der innenspannende Rechteckdichtring 40 in die Wellenbohrung 12 des Gehäuses 10 eingeschoben werden kann. Beim Vorspannen werden die Ringendabschnitte 43, 44 der Stoßstelle 42 in Umfangsrichtung aufeinander zu bewegt. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die vorliegend ersten

Erstkontaktabschnitte 46.1 und die ersten Anlaufschrägen 45.1 den ersten in Umfangsrichtung wirkenden Kontakt zwischen den Ringendabschnitt 43, 44 herstellen. Die ersten Anlaufschrägen 45.1 sind schräg zur Umfangsrichtung und schräg zur Radialrichtung ausgerichtet. Bei dem in Fig. 5 gezeigten Doppel-T-Schloss 50 sind die ersten Anlaufschrägen 45.1 bezogen auf eine in Umfangsrichtung verlaufende Stoßrichtung des zweiten Ringendabschnitts 44 zur inneren Spannfläche 40.1 des Rechteckdichtrings 40 hin geneigt. Beim Kontakt der ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 mit den ersten Anlaufschrägen 45.1 gleiten bei einer weiteren Reduzierung des Radius des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 an den ersten Anlaufschrägen 45.1 ab. Dadurch werden der erste Ringendabschnitt 43, an dem die ersten Anlaufschrägen 45.1 angeformt sind, radial nach außen und der zweite Ringendabschnitt 44, an dem die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 angeformt sind, radial nach innen verstellt. Die Ringendabschnitte 43, 44 gleiten radial übereinander. Der in die Führung 47.2 eingeführte Steg 45 bewirkt dabei als Blockadeelement 47.1 eine seitliche, axiale Führung. Der Außendurchmesser des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 kann so weit reduziert werden, dass die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 entlang der gesamten in Umfangsrichtung gemessene Länge der ersten Anlaufschrägen 45.1 verschoben werden. Bei einer weiteren Reduzierung des Außenradius des Rechteckdichtrings 40 gleiten die Zinken 53 der Gabel 51 radial unter die innere Spannfläche 40.1 des gegenüberliegenden ersten Ringendabschnitts 43. Die Ringendabschnitte 43, 44 liegen dann mit ihren innengerichteten und außengerichteten Auflageflächen 48.1, 48.2, wie diese in Fig. 4 und Fig. 5 gezeigt sind, aneinander.

Vorteilhaft sind die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 abgerundet ausgebildet. Sie können somit leichtgängig entlang der ersten Anlaufschrägen 47.1 abgleiten, ein Verhaken wird sicher vermieden.

Fig. 6 zeigt in einer perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss 50 mit zweiten Erstkontaktabschnitten 46.2.

Die zweiten Erstkontaktabschnitte 46.2 sind als entsprechend der ersten Anlaufschrägen 47.1 ausgerichtete Schrägen ausgebildet. Beim Vorspannen des Rechteckdichtrings 40 und der damit verbundenen Reduzierung seines Außendurchmessers treffen die zweiten Erstkontaktabschnitte 46.2 auf die ersten Anlaufschrägen 47.1. Bei einer weiteren Reduzierung des Außendurchmessers des Rechteckdichtrings 40 gleiten die zweiten Erstkontaktabschnitte 46.2 an den ersten Anlaufschrägen 45.1 ab. Dadurch werden die Ringendabschnitte 43, 44 radial zueinander verstellt, wie dies zu Fig. 5 beschrieben ist. Vorteilhaft bilden die ersten Anlaufschrägen 45.1 und die entsprechend der ersten Anlaufschrägen 45.1 geneigten zweiten Erstkontaktabschnitte 46.2 beim Aufeinandertreffen große Kontaktflächen aus. Dies ermöglicht ein leichtgängiges gegenseitiges verschieben der ersten Anlaufschrägen 45.1 und der zweiten Erstkontaktabschnitte 46.2. Die Flächenpressung zwischen den ersten Anlaufschrägen 45.1 und den zweiten Erstkontaktabschnitte 46.2 wird auch bei hohen in Umfangsrichtung wirkenden Kräften vergleichsweise gering gehalten. Eine Deformation der Ringendabschnitte 43, 44 im Bereich der ersten Anlaufschrägen 45.1 und der zweiten Erstkontaktabschnitte 46.2 kann so auch bei aus gegenüber Metall vergleichsweise weichem Kunststoff gefertigten Rechteckdichtringen 40 vermieden werden.

Durch die Ausrichtung der in den Fig. 3 bis 6 gezeigten ersten Anlaufschrägen 45.1 ist sichergestellt, dass sich beim Vorspannen des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 der erste Ringendabschnitt 43 radial nach außen und der zweite Ringendabschnitt 44 radial nach innen verstellt. Beim Einführen eines derart vorgespannten Rechteckdichtrings 40 in eine in Fig. 1 gezeigte Wellenbohrung schnappt somit zunächst der außenliegende erste Ringendabschnitt 43 in die Nut 13 ein. Der innenliegende zweite Ringendabschnitt 44 wird nachfolgend in die Nut 13 eingeführt. Die Reihenfolge, in der die Ringendabschnitte 43, 44 in die Nut 13 eingeführt werden, ist durch die Ausrichtung der ersten Anlaufschrägen 45.1 eindeutig festgelegt. Dies ermöglicht eine einfache Montage des innenspannenden Rechteckdichtrings 40, da beim Vorspannen nicht auf die richtige Anordnung der Ringendabschnitte 43, 44 zueinander geachtet werden muss. Durch die beidseitig vorgesehenen Einführfasen 40.2, wie diese in Fig. 2 gezeigt sind, kann der Rechteckdichtring in beiden möglichen axialen Ausrichtung in die Nut 13 eingesetzt

werden. Es ist somit eine ungerichtete Montage des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 ermöglicht.

Fig. 7 zeigt in einer teilweise geschnittenen, perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss 50 mit einer schrägen vorderen Stegkante 55.1 des Stegs 55. Die vordere Stegkante 55.1 ist schräg zur Umfangsrichtung und schräg zur Radialrichtung des Rechteckdichtrings 40 ausgerichtet. Sie verläuft in Umfangsrichtung versetzt entsprechend der Neigung der ersten Anlaufschrägen 45.1. Der Gabelgrund 52 der Gabel 51 des Doppel-T-Schlusses 50 ist ebenfalls entsprechend der vorderen Stegkante 55.1 schräg angeordnet.

Erfindungsgemäß findet beim Vorspannen des Rechteckdichtrings 40 mit einer Verringerung seines Außendurchmessers der in Umfangsrichtung erste Kontakt zwischen den Ringendabschnitten 43, 44 und dort zwischen den vorliegend ersten Erstkontaktabschnitten 46.1 und den ersten Anlaufschrägen 45.1 statt. Dazu ist der in Umfangsrichtung gemessene Abstand zwischen den ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 und den ersten Anlaufschrägen 45.1 kleiner gewählt als der Abstand zwischen der vorderen Stegkante 55.1 und dem Gabelgrund 52. Durch die schräge Ausbildung der vorderen Stegkante 55.1 und des Gabelgrundes 52 ist sichergestellt, dass die vordere Stegkante 55.1 den Gabelgrund 52 nicht berührt, während die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 an den ersten Anlaufschrägen 45.1 entlanggleiten.

Es ist denkbar, den in Umfangsrichtung gemessenen Abstand zwischen der schräg ausgerichteten vorderen Stegkante 55.1 und dem schräg ausgerichteten Gabelgrund 52 gleich dem Abstand zwischen den ersten Erstkontaktabschnitten 46.1 und den ersten Anlaufschrägen 45.1 vorzusehen. Beim Vorspannen des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 gleiten dann die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 an den ersten Anlaufschrägen 45.1 und die vordere Stegkante 55.1 an dem Gabelgrund 52 entlang. Durch die gleiche Neigung der ersten Anlaufschrägen 45.1, der vorderen Stegkante 55.1 und des Gabelgrundes 52, bezogen auf die Radialrichtung und die Umfangsrichtung, gleiten die ausgebildeten Kontaktflächen in gleicher Richtung aufeinander ab. Durch die zusätzliche Gleitfläche wird eine verbesserte Führung der Bewegung der Ringendabschnitte 43, 44 zueinander erreicht. Die Gefahr eines

Bruchs des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 während der Montage wird verringert.

Die Figuren 5 bis 9 zeigen Ausführungsvarianten zur Ausbildung der Schrägen und dem über diese laufenden Gegenstück zur Ausbildung einer spiralförmigen Anordnung des Rings in einer axial betrachteten Ebene. Prinzipiell kann die Abgleitbewegung an einer dieser Konturen erfolgen oder auch an beiden gleichzeitig.

Fig. 8 zeigt in einer teilweise geschnittenen, perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss 50 mit einer in Radialrichtung verlaufenden vorderen Stegkante 52.1 des Stegs 52. Im Übergang von der vorderen Stegkante 52.1 zur radial nach innenweisend Oberfläche des Stegs 55 ist die Anschrägung 55.2 vorgesehen. Der Gabelgrund 52 ist, bezogen auf die Umfangsrichtung und die Radialrichtung des Rechteckdichtrings 40, schräg ausgerichtet. Beim Vorspannen bilden die ersten Erstkontaktabschnitte 46.1 und die ersten Anlaufschrägen 45.1 den ersten mechanischen Kontakt zwischen den Ringendabschnitt 43, 44 in Umfangsrichtung aus. Der Abstand zwischen der vorderen Stegkante 55.1 und dem Gabelgrund 52 ist so gewählt, dass diese sich beim Vorspannen des Rechteckdichtrings 40 nicht berühren. Dazu ist durch die Anschrägung 55.2 die zwischen der vorderen Stegkante 45.1 und der radial innenliegenden Oberfläche des Stegs 55 ausgebildete Ecke radial nach außen versetzt.

Fig. 9 zeigt in einer teilweise geschnittenen, perspektivischen Darstellung ein Doppel-T-Schloss 50 mit einem geraden Gabelgrund 52. die vordere Stegkante 55.1 ist entsprechend der Ausrichtung der ersten Anlaufschrägen 45.1 bezogen auf die Umfangsrichtung und die Radialrichtung schräg ausgebildet. Auch hier findet beim Vorspannen des Rechteckdichtrings der in Umfangsrichtung weisende Erstkontakt zwischen den ersten Erstkontaktabschnitten 46.1 und den ersten Anlaufschrägen 45.1 statt. Durch die schräge Ausbildung der vorderen Stegkante 55.1 wird ein weiterer in Umfangsrichtung weisender Kontakt zwischen den Ringendabschnitten 43, 44 vermieden.

Fig. 10 zeigt in einer perspektivischen Darstellung den innenspannenden Rechteckdichtring 40 mit einer verbreitert ausgeführten ersten Zentriernocke 41.1.

Die erste Zentriernocke 41.1 ist dem ersten Ringendabschnitt 43 abgewandt an der Außenfläche 40.4 des Rechteckdichtrings 40 im Bereich des zweiten Ringendabschnitts 44 angeformt. Beim Vorspannen des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 gleitet der erste Ringendabschnitt 43 mit seinem Deckabschnitt 54 entlang einer vorgesehenen Neigungsfläche 41.2 radial nach außen auf die erste Zentriernocke 41.1.

Die erste Zentriernocke 41.1 erstreckt sich in axialer Richtung über die gesamte Breite des innenspannenden Rechteckdichtrings 40. Sie stellt somit sicher, dass die beiden Ringendabschnitte 43, 44 bei vorgespanntem Rechteckdichtring 40 sauber geführt aufeinander liegen und nicht axial zueinander versetzt werden, wie dies bei einer schmal ausgeführten Zentriernocke 41 der Fall wäre. Dies gilt insbesondere, da der Steg 55 bei vollständig vorgespanntem Rechteckdichtring 40 nicht mehr in die zwischen den Zinken 53 der Gabel 51 ausgebildeten Führung 47.2 eingreift und damit die axiale Blockade zwischen den beiden Ringendabschnitte 43, 44 aufgehoben ist.

Fig. 11 zeigt in einer perspektivischen Darstellung den innenspannenden Rechteckdichtring 40 mit einem Einfachstufenschloss 80 als weiterer, für die Anwendung der Erfindung geeigneter Schlossform.

Das Einfachstufenschloss 80 bildet die Stoßstelle 42 des innenspannenden Rechteckdichtrings 40. Es verbindet die beiden Ringendabschnitte 43, 44.

Fig. 12 zeigt in einer ersten Seitenansicht den in Fig. 11 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring 40 mit dem Einfachstufenschloss 80 in einem nicht vorgespannten Zustand.

Wie den Fig. 11 und 12 zu entnehmen ist, bildet der erste Ringendabschnitt 43 einen zweiten Deckabschnitt 83 aus. Der zweiten Deckabschnitt 83 ist radial außenliegend

angeordnet und bildet mit seiner radial nach außen weisenden Oberfläche eine stetige Verlängerung der Außenfläche 40.4 des Rechteckdichtrings 40 aus. Der zweite Deckabschnitt 83 ist in radialer Richtung gemessen gegenüber den außerhalb des Einfachstufenschlosses 80 liegenden Abschnitten des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 verjüngt ausgebildet. Radial nach innen weisend ist bereichsweise eine erste Seitenführung 81 an den zweiten Deckabschnitt 83 angeformt. Die erste Seitenführung 81 ist stegförmig ausgebildet. Sie verläuft entlang einer in axialer Richtung weisenden Kante des Deckabschnitts 83.

Wie insbesondere Fig. 12 zu entnehmen ist, ist der zweite Ringendabschnitt 44 im Anschluss an die erste Zentriernocke 41.1 ebenfalls gegenüber außerhalb des Bereichs des Einfachstufenschlosses 80 liegenden Abschnitten des Rechteckdichtrings 40 in radialer Richtung gemessen verjüngt ausgebildet. Er liegt im Vergleich zu dem ersten Ringendabschnitt 43 auf einem kleineren Radius. Mit seiner radial nach innen weisenden Oberfläche bildet der zweite Ringendabschnitt 44 eine stetige Verlängerung der inneren Spannfläche 40.1 des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 aus.

Der zweite Ringendabschnitt 44 ist in Umfangsrichtung weisend stufenförmig ausgebildet. Dabei ist ein der ersten Seitenführung 81 in Umfangsrichtung gegenüberliegender Abschnitt des zweiten Ringendabschnitts 44 verkürzt gegenüber einer in axialer Richtung seitlich dazu angeordneten zweiten Seitenführung 82 ausgebildet. Beim Vorspannen des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 mit einer dadurch bewirkten Verringerung seines Außendurchmessers werden die beiden Seitenführungen 81, 82 axial versetzt aneinander vorbeigeführt, wie dies insbesondere Fig. 11 zu entnehmen ist. Die Seitenführungen 81, 82 liegen dabei mit ihren einander zugewandten Oberflächen aneinander an. Dadurch ist eine axiale Führung der Ringendabschnitte 43, 44 zueinander erreicht. Die Seitenführungen 81, 82 bilden mithin Blockadeelemente 47.1, welche eine axiale Verstellung der Ringendabschnitte 43, 44 zueinander blockieren.

Wie Fig. 11 zu entnehmen ist, sind an dem ersten Ringendabschnitt 43 eine zweite und eine dritte Anlaufschräge 45.2, 45.3 ausgebildet. Die dritte Anlaufschräge 45.3

bildet den in Umfangsrichtung weisenden Abschluss der ersten Seitenführung 81. Die zweite Anlaufschräge 45.2 ist seitlich der ersten Seitenführung 81 und gegenüber der dritten Anlaufschräge 45.3 in Umfangsrichtung zurückgesetzt angeordnet.

An ihrem dem ersten Ringendabschnitt 43 zugewandten Ende bildet die zweite Seitenführung 82 einen dritten Erstkontaktabschnitt 46.3 aus. Das gegenüber der zweiten Seitenführung 82 in Umfangsrichtung zurückgesetzte Ende des zweiten Ringendabschnittes 44 ist von einem vierten Erstkontaktabschnitt 46.4 abgeschlossen. Der dritte Erstkontaktabschnitt 46.3 ist in Umfangsrichtung gegenüberliegend zu der zweiten Anlaufschräge 45.2 angeordnet. Der vierte Erstkontaktabschnitt 46.4 ist in Umfangsrichtung gegenüberliegend zu der dritten Anlaufschräge 45.3 angeordnet.

Fig. 12 zeigt den innenspannenden Rechteckdichtring in seinem geöffneten Zustand.

Fig. 13 zeigt in der ersten Seitenansicht den in den Fig. 11 und 12 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring mit einem Doppel T-Schloss in einem teilweise vorgespannten Zustand.

Beim Vorspannen des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 hin zu einem kleineren Außenradius bewegen sich der dritte Erstkontaktabschnitt 46.3 auf die zweite Anlaufschräge 45.2 und der vierte Erstkontaktabschnitt 46.4 auf die dritte Anlaufschräge 45.3 zu. Die zweite und die dritte Anlaufschräge 45.2, 45.3 sind in Bewegungsrichtung des dritten und des vierten Erstkontaktabschnittes 46.3, 46.4 zur inneren Spannfläche 40.1 des Rechteckdichtrings 40 hin geneigt. Der dritte und der vierte Erstkontaktabschnitt 46.3, 46.4 sind abgerundet ausgebildet, wie dies Fig. 12 zu entnehmen ist.

Fig. 14 zeigt in einer zweiten Seitenansicht den in den Fig. 11, 12 und 13 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring 40 mit dem Einfachstufenschloss 80 in dem nicht vorgespannten Zustand, wie dieser aus der gegenüberliegenden Perspektive in Fig. 12 gezeigt ist.

Fig. 15 zeigt in einer zweiten Seitenansicht den in Fig. 11 bis 14 gezeigten innenspannenden Rechteckdichtring 40 mit dem Einfachstufenschloss 80 in einem teilweise vorgespannten Zustand entsprechend der Darstellung in Fig. 13 aus der gegenüberliegenden Blickrichtung.

Ausgehend von dem in den Fig. 12 und 14 gezeigten, nicht vorgespannten Zustand wird der innenspannende Rechteckdichtring 40 während der Montage durch radial eingebrachte Kräfte vorgespannt. Dabei verringert sich sein Außendurchmesser und die Ringendabschnitte 43, 44 bewegen sich aufeinander zu. In dem teilvorgespannten Zustand, wie er in Fig. 13 und Fig. 15 gezeigt ist, ist der zweite Ringendabschnitt 44 teilweise in radialer Richtung unter den zweiten Deckabschnitt 83 des gegenüberliegenden ersten Ringendabschnittes 43 verschoben. Die Seitenführungen 81, 82 der gegenüberliegenden Ringendabschnitte 43, 44 liegen in axialer Richtung aneinander an.

Wird der innenspannende Rechteckdichtring 40 gegenüber den Darstellungen in Fig. 13 und 15 weiter vorgespannt, so trifft der dritte Erstkontaktabschnitt 46.3 auf die zweite Anlaufschräge 45.2 und der vierte Erstkontaktabschnitt 46.4 auf die dritte Anlaufschräge 45.3. Der dritte und der vierte Erstkontaktabschnitt 46.3, 46.4 gleiten entlang der zweiten und der dritten Anlaufschräge 45.2, 45.3. Dadurch werden der erste Ringendabschnitt 43 radial nach außen und der zweite Ringendabschnitt 44 radial nach innen verstellt.

Durch die Ausrichtung der zweiten und dritten Anlaufschräge 45.2, 45.3 schräg zur Umfangsrichtung, zur radialen Richtung des Rechteckdichtrings 40 und zur inneren Spannfläche 40.1 hin führend ist sichergestellt, dass der erste Ringendabschnitt 43 beim Vorspannen des Rechteckdichtrings 40 radial außenliegend und der zweite Ringendabschnitt 44 radial innenliegend angeordnet werden. Vorspannt liegt der erste Ringendabschnitt 43 mit seiner innen gerichteten Auflagefläche 48.1 auf der außen gerichteten Auflagefläche 48.2 des zweiten Ringendabschnitts 44 auf. Während des Vorspannens trifft der in Umfangsrichtung weisende Abschluss des zweiten Deckabschnitts 83 auf die Neigungsfläche 41.2 der ersten Zentriernocke

41.1. Der zweite Deckabschnitt 83 gleitet dabei entlang der Neigungsfläche 41.2 nach außen. Vorteilhaft ist an den zweiten Deckabschnitt 83 eine Schräge 83.1 angeformt, mit welcher der zweite Deckabschnitt 83 auf die Neigungsfläche 41.1 auftrifft. Es wird so eine gleichmäßige Gleitbewegung erreicht.

Fig. 16 zeigt in einer perspektivischen Darstellung ein Montagewerkzeug 60. Das Montagewerkzeug 60 weist einen Griff 61 auf, an den ein geschlitzter Greifarm 62 angeformt ist. Vorliegend vier Segmente des geschlitzten Greifarms 62 sind entlang der Längserstreckung des Montagewerkzeugs 60 durch Schlitze 62.1 voneinander getrennt. Es ist denkbar, mehr oder weniger als vier Segmente vorzusehen. Gegenüberliegend zu dem Griff 61 ist an zwei radial gegenüberliegenden Segmenten endseitig ein Greifer 63 angeformt. Der Greifer 63 ist entsprechend einem Kreisabschnitt geformt und bildet eine Aufnahmenut zum Halten eines in den Fig. 2 bis 15 gezeigten, innenspannenden Rechteckdichtrings 40 auf.

Fig. 17 zeigt in einer Schnittdarstellung das in Fig. 16 gezeigte Montagewerkzeug 60 mit einem Ringhalter 64. Der Ringhalter 64 ist plattenförmig ausgebildet. Er weist auf einer Oberfläche eine Ringaufnahme 64.1 auf, in welche ein in den Fig. 2 bis 15 gezeigter Rechteckdichtring 40 eingesetzt ist.

Der Rechteckdichtring 40 kann mit dem Montagewerkzeug 60 aus der Ringaufnahme 64.1 entnommen werden. Dazu wird der Greifer 63 des Montagewerkzeugs 60 axial in den Rechteckdichtring 40 eingeschoben. Aufgrund ihrer stirnseitigen Ansträgung werden die geschlitzten Greifarme 62 durch die Montagebewegung zusammengedrückt, bis die Aufnahmenut zu dem Rechteckdichtring 40 verschoben ist. Die geschlitzten Greifarme 62 verstellen sich dann nach außen, sodass der Rechteckdichtring in der Aufnahmenut des Greifer 63 gehalten ist. Der Rechteckdichtring 40 kann jetzt mit dem Montagewerkzeug 60 aus dem Ringhalter 64 entnommen werden.

Fig. 18 zeigt in einer Schnittdarstellung das in den Fig. 16 und 17 gezeigte Montagewerkzeug 60 mit einer Hülse 65. Die Hülse 65 umschließt einen konisch zulaufenden Durchbruch 65.1. Das Montagewerkzeug 60 ist mit seinem geschlitzten

Greifarm 62 in den konisch zulaufenden Durchbruch 65.1 eingeschoben. Dadurch sind die Segmente des geschlitzten Greifarms 62 entsprechend der Verjüngung des konisch zulaufenden Durchbruchs 65.1 zusammengedrückt.

Die Hülse 65 ist mit ihrem dem Griff 61 des Montagewerkzeug 60 gegenüberliegenden Ende in einer Hülsenaufnahme 15 an einem Gehäuse 10 eingesetzt, wie es in abgewandelter Form in Fig. 1 gezeigt ist. Dabei ist die Hülsenaufnahme 15 als Stufe einer Wellenbohrung 12 ausgeführt. In der Wellenbohrung 12 ist die Nut 13 zur Aufnahme des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 vorgesehen.

Zur Montage eines innenspannenden Rechteckdichtrings 40 wird dieser zunächst von dem Montagewerkzeug 60 aufgenommen, wie dies zu Fig. 17 beschrieben ist. Anschließend wird die Hülse 65.1 in die Hülsenaufnahme 15 am Gehäuse 10 eingesteckt. In einem nächsten Arbeitsschritt wird der geschlitzte Greifarm 62 mit seinem Greifer 63 und dem daran gehaltenen, innenspannenden Rechteckdichtring 40 in das offene Ende der Hülse 65.1 eingeschoben. Der Durchmesser des konisch zulaufenden Durchbruchs 65.1 entspricht an seinem dem Gehäuse 10 abgewandten Ende zumindest dem Außendurchmesser der Gehäusebohrung und seiner an der Außenfläche 40.4 angeordneten Zentriernocken 41, 41.1. Der Rechteckdichtring 40 wird entlang seiner Axialrichtung in die Hülse 65 eingeschoben. Beim Einschieben des Rechteckdichtrings 40 in den konisch zulaufenden Durchbruch 65.1 erfährt er über seinen gesamten Umfang eine radial wirkende Normalkraft. Diese führt zu einer Verringerung des Außendurchmessers des Rechteckdichtrings 40. Dabei schieben sich die Ringendabschnitte 43, 44 entsprechend der Neigung der Anlaufschräge 45.1, 45.2, 45.3 bzw. Anlaufschrägen 45.1, 45.2, 45.3 radial übereinander.

An seiner dem Gehäuse 10 zugewandten Ende der Hülse 65 entspricht der Durchmesser des konisch zulaufende Durchbruchs 65.1 dem der Wellenbohrung 12 bzw. der Gehäusebohrung oder er ist geringfügig kleiner gewählt. Der Rechteckdichtring 40 kann so aus der Hülse 65 heraus in die Wellenbohrung 12 eingeschoben werden. Der Rechteckdichtring 40 wird jetzt durch das Montagewerkzeug 60 bis zu der Nut 13 verschoben. Hier kann der Rechteckdichtring

40 entspannen. Dazu schnappt zunächst der radial außenliegende Ringendabschnitt 43, 44 und anschließend der radial innenliegende Ringendabschnitt 43, 44 in die Nut 13 ein.

Durch die Ausrichtung der Anlaufschräge 45.1, 45.2, 45.3 bzw. Anlaufschrägen 45.1, 45.2, 45.3 ist festgelegt, welcher der Ringendabschnitte 43, 44 beim Vorspannen radial außenliegend und welcher radial innenliegend angeordnet wird. Damit ist auch die Reihenfolge, in welcher die Ringendabschnitte 43, 44 in die Nut 13 eingeführt werden, vorgegeben. Es können somit innenspannende Rechteckdichtringe 40 in eine außenliegende Nut 13 eingesetzt werden, welche eine vorgegebene Reihenfolge beim Zusammenfügen der Schlossenden erfordern. Dabei muss beim Vorspannen nicht darauf geachtet werden, dass die Ringendabschnitte 43, 44 in der richtigen radialen Abfolge zueinander angeordnet werden. Da die Rechteckdichtring 40 vorzugsweise auf beiden Seiten eine Einführfase 40.4 aufweisen, können sie in beiden möglichen axialen Ausrichtungen in die Nut 13 eingesetzt werden. Es wird dadurch eine ungerichtete Montage des innenspannenden Rechteckdichtrings 40 ermöglicht, wobei Schlossgeometrien vorgesehen sein können, welche eine vorgegebene Reihenfolge beim Zusammenfügen der Schlossenden erfordern. Auf diese Weise wird eine einfache und kostengünstige Montage außenspannender Rechteckdichtring 40 ermöglicht, welche aufgrund der verwendeten Schlossgeometrie geringe Leckraten aufweisen.

Während des Einschlebens des Rechteckdichtrings 40 in die Hülse 15 erfährt dieser durch das Montagewerkzeug 60 eine axial wirkende Kraft. Ist zumindest ein zwischen den Ringendabschnitten 43, 44 axial wirkendes Blockadeelement vorgesehen, so können sich die Ringendabschnitte 43, 44 nicht oder nur über einen zulässigen Bereich gegeneinander axial verschieben. Der Rechteckdichtring 40 verformt sich somit entsprechend einer flachen Spirale, bei der eine Ringendabschnitt 43, 44 radial auf dem anderen liegt.

Bei innenspannenden Rechteckdichtringen 40 lassen sich die Anlaufschrägen 45.1, 45.2, 45.3 an nahezu allen asymmetrischen Schlossformen umsetzen. Es können somit Schlossarten, welche bisher aufgrund der einfacheren Montage

außenspannenden Rechteckdichtringen vorbehalten waren, für innenspannende Rechteckdichtringe 40 verwendet werden. Diese Schlossarten weisen vorzugsweise geringe Leckraten auf. Besonders bevorzugt können die erfindungsgemäßen innenspannenden Rechteckdichtringe aus Polymeren gebildet sein. So ist es denkbar, die innenspannenden Rechteckdichtringe aus Hochtemperatur-Thermoplasten, wie beispielsweise Polyetherketonen (PEK, PEEK) oder Polyimiden (PE, PBMI, PAI, PE) herzustellen. Diese können besonders vorteilhaft mit verschiedenen Füll- und Verstärkungsstoffen versetzt sein. Hochtemperatur-Thermoplaste können spritzgegossen oder anderweitig über die Schmelze formgebend bearbeitet werden. Ebenfalls denkbar ist es, die innenspannenden Rechteckdichtringe 40 mit dieser Schlossmodifikation aus Polytetrafluorethylen (PTFE) oder aus Gussmaterialien herzustellen.

Ansprüche

1. Innenspannender Rechteckdichtring (40) zum Abdichten einer Welle (20) gegenüber einem Gehäuse (10), wobei der Rechteckdichtring (40) in eine an einer Wellenbohrung (12) umlaufend angeordneten Nut (13) einsetzbar ist, wobei der Rechteckdichtring (40) entlang seiner Umfangsrichtung an einer Stoßstelle (42) unterbrochen ist und zwei Ringendabschnitte (43, 44) ausgebildet, und wobei der Rechteckdichtring (40) radial nach außen weisend eine Außenfläche (40.4), radial nach innen weisend eine innere Spannfläche (40.1) und gegenüberliegend in axiale Richtung weisende Flankenflächen (40.3) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest an einem Ringendabschnitt (43, 44) zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) angeordnet ist, dass die zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) schräg zur Umfangsrichtung und schräg zur Radialrichtung des Rechteckdichtrings (40) ausgerichtet ist und dass die zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3), ausgehend von einem nicht gespannten Zustand des Rechteckdichtrings (40), bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings (40) bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings (40) einen ersten in Umfangsrichtung weisenden mechanischen Kontakt zwischen den gegenüberliegenden Ringendabschnitten (43, 44) ausbildet.
2. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) gegenüber der Radialrichtung in einem Winkel zwischen 30° und 80°, vorzugsweise zwischen 45° und 80°, geneigt ist.
3. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) über ihre gesamte Erstreckung den gleichen Neigungswinkel gegenüber der Radialrichtung und/oder der Umfangsrichtung aufweist oder dass sich der

- Neigungswinkel der zumindest einen Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) gegenüber der Radialrichtung und/oder der Umfangsrichtung entlang ihrer Erstreckung ändert.
4. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) entlang der Stoßrichtung des gegenüberliegenden Ringendabschnitts (43, 44) bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings (40) bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings (40) zu der inneren Spannfläche (40.1) des Rechteckdichtrings (40) hin geneigt ist oder dass die zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) entlang der Stoßrichtung des gegenüberliegenden Ringendabschnitts (43, 44) bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings (40) bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings (40) zu der Außenfläche (40.4) des Rechteckdichtrings (40) hin geneigt ist.
 5. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass an dem dem Ringendabschnitt (43, 44) mit der zumindest einen Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) gegenüberliegenden Ringendabschnitt (43, 44) zumindest ein Erstkontaktabschnitt (46.1, 46.2, 46.3, 46.4) angeordnet ist, dass der zumindest eine Erstkontaktabschnitt (46.1, 46.2, 46.3, 46.4) bei einer durch Vorspannen des Rechteckdichtrings (40) bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings (40) einen ersten in Umfangsrichtung weisenden mechanischen Kontakt zwischen den gegenüberliegenden Ringendabschnitten (43, 44) ausbildet und dass der zumindest eine Erstkontaktabschnitt (46.1, 46.2, 46.3, 46.4) der zumindest einen Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) zugewandt abgerundet ist oder eine entsprechend der Neigung der Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) ausgerichtete Abschrägung aufweist.
 6. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den gegenüberliegenden Ringendabschnitten (43, 44) ein Blockadeelement (47.1) wirkt und dass das

- Blockadeelement (47.1) eine axial gerichtete Verstellung der Ringendabschnitte (43, 44) zueinander begrenzt.
7. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Blockadeelement (47.1) eine axial gerichtete Verstellung der Ringendabschnitte (43, 44) derart begrenzt, dass die Ringendabschnitte (43, 44) in axialer Richtung um mindestens 15 % ihrer in axialer Richtung gemessenen Abmessung überlappen.
 8. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Blockadeelement (47.1) bei einem auf einen gegenüber dem ungespannten Zustand kleineren Radius gespannten Rechteckdichtring (40) nach Erreichen eines vorgegebenen Endradius des Rechteckdichtrings (40) in Eingriff oder nicht mehr in Eingriff zu beiden Ringendabschnitten (43, 44) steht.
 9. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass entlang der Bewegungsrichtung des jeweils gegenüberliegenden Ringendabschnitts (43, 44) bei einer durch Vorspannen bewirkten Verringerung des Radius des Rechteckdichtrings (40) die zumindest eine Anlaufschräge (45.1, 45.2, 45.3) und der Erstkontaktabschnitt (46.1, 46.2, 46.3, 46.4) in jeweils eine Auflagefläche (48.1, 48.2) übergehen und dass die Auflageflächen (48.1, 48.2) vorzugsweise in Umfangsrichtung des Rechteckdichtrings (40) verlaufend ausgerichtet sind.
 10. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass an der Außenfläche (40.4) des Rechteckdichtrings (40) in Umfangsrichtung beabstandet zueinander angeordnete Zentriernocken (41) angeordnet sind und dass sich zumindest eine der Zentriernocken (41) quer zur Umfangsrichtung über die in axialer Richtung gemessenen Breite des Rechteckdichtrings (40) erstreckt.
 11. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass an den Übergängen von den Flankenflächen (40.3) zu der inneren Spannfläche (40.1) jeweils eine schräg von den

Flankenflächen (40.3) zu der inneren Spannfläche (40.1) hin ausgerichtete Einführfase (40.2) angeordnet ist.

12. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der innenspannende Rechteckdichtring (40) zumindest anteilig aus einem Hochtemperatur-Thermoplast, insbesondere aus einem Polyetherketon oder einem Polyimid, oder aus Polytetrafluorethylen (PTFE) gebildet ist.
13. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochtemperatur-Thermoplast oder dass Polytetrafluorethylen mit zumindest einem Füllstoff und/oder einem Verstärkungstoff versetzt ist.
14. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der innenspannende Rechteckdichtring (40) aus einem metallischen Gussmaterial gebildet ist.
15. Innenspannender Rechteckdichtring (40) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringendabschnitte (43, 44) zueinander korrespondierende Formschlusselemente zur in Umfangsrichtung und/oder in radialer Richtung und/oder in axialer Richtung wirkenden, lösbaren formschlüssigen Verbindung der Ringendabschnitte (43, 44) aufweisen.

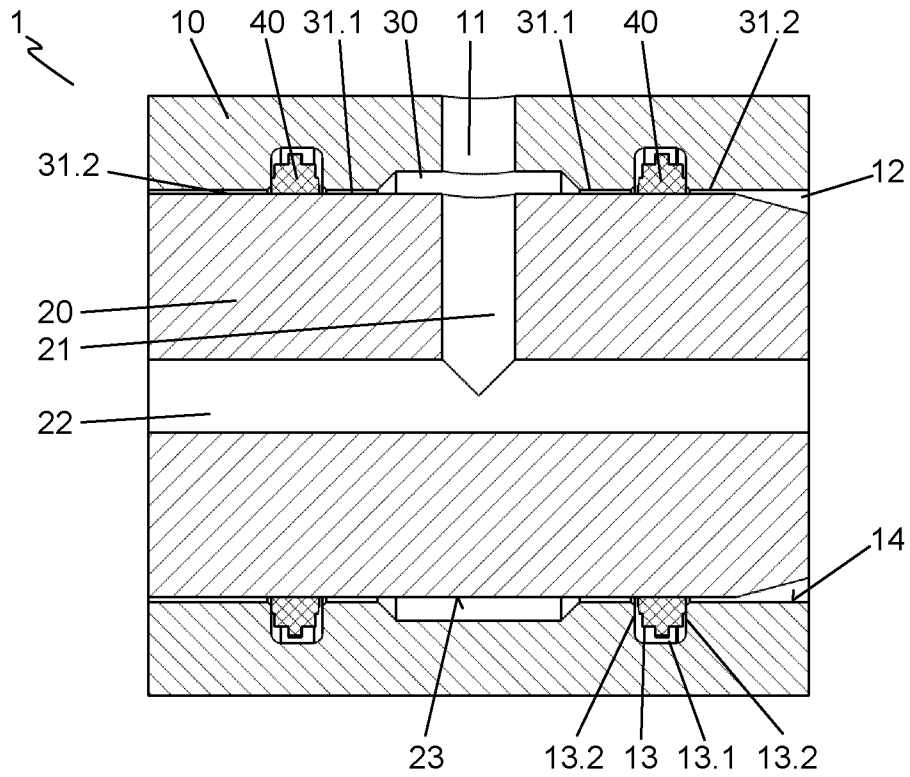


Fig. 1

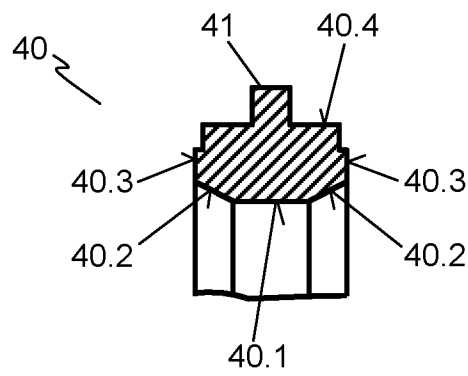


Fig. 2

2 / 9

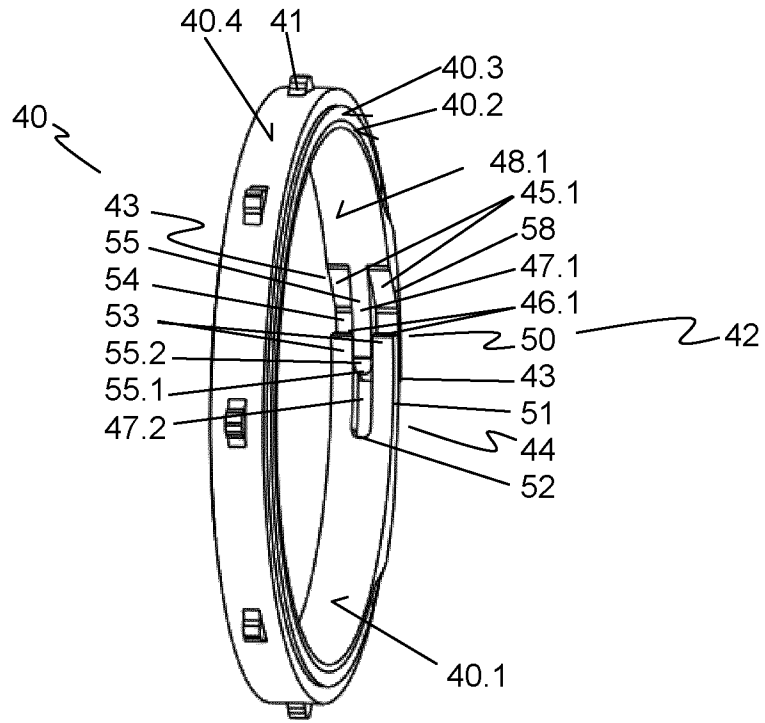


Fig. 3

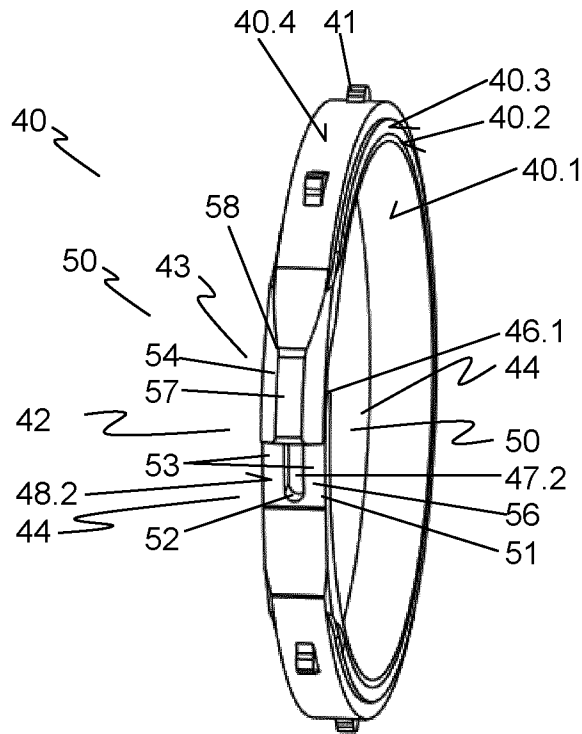


Fig. 4

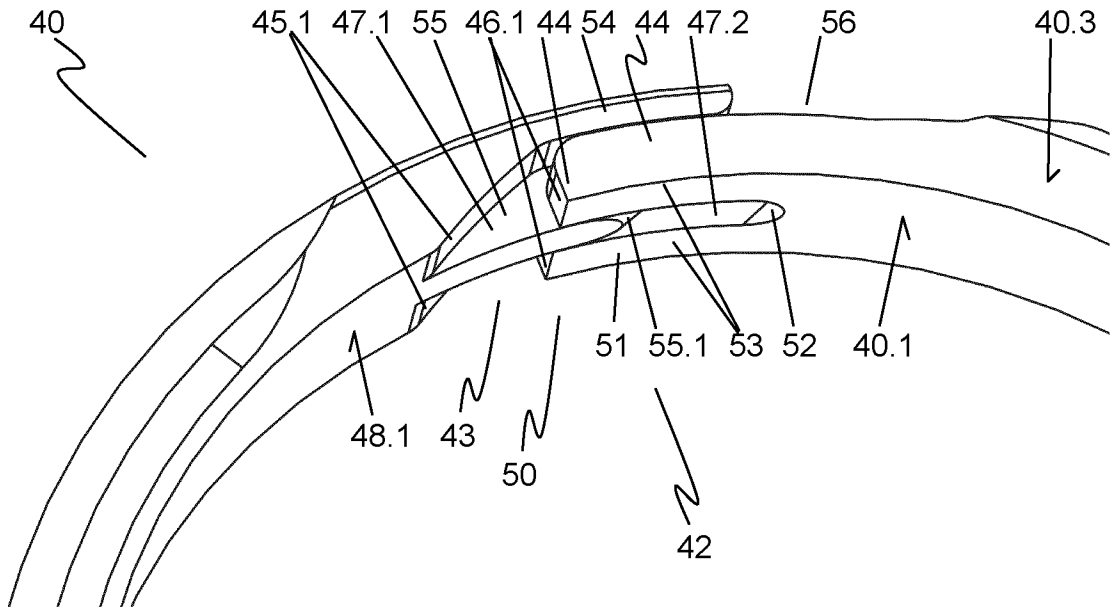


Fig. 5

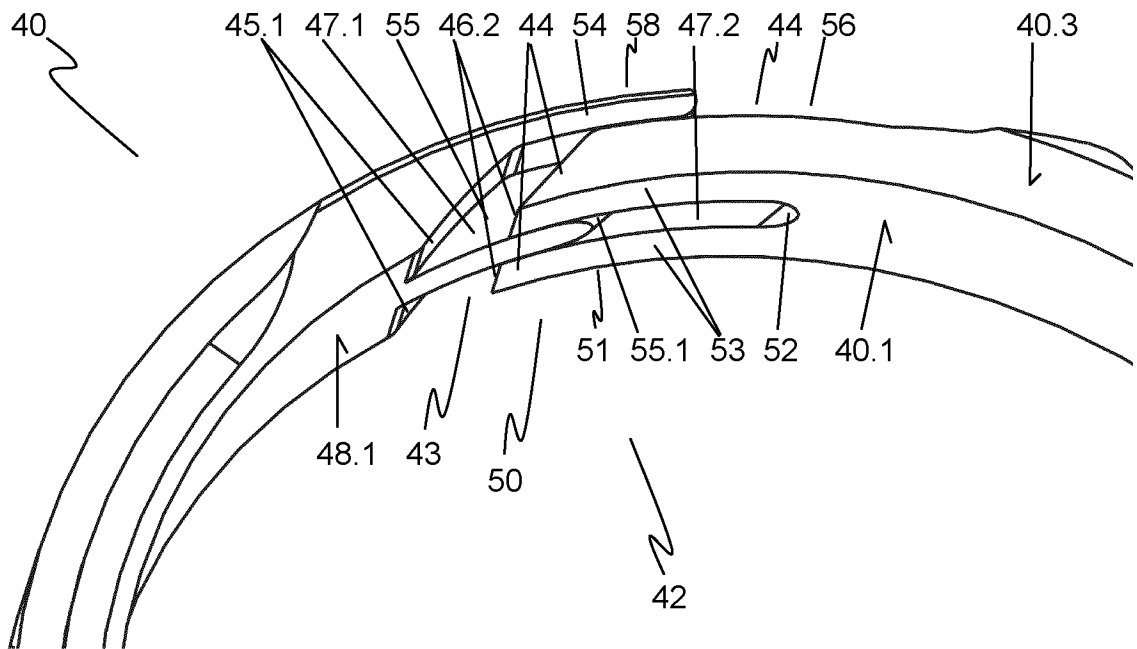


Fig. 6

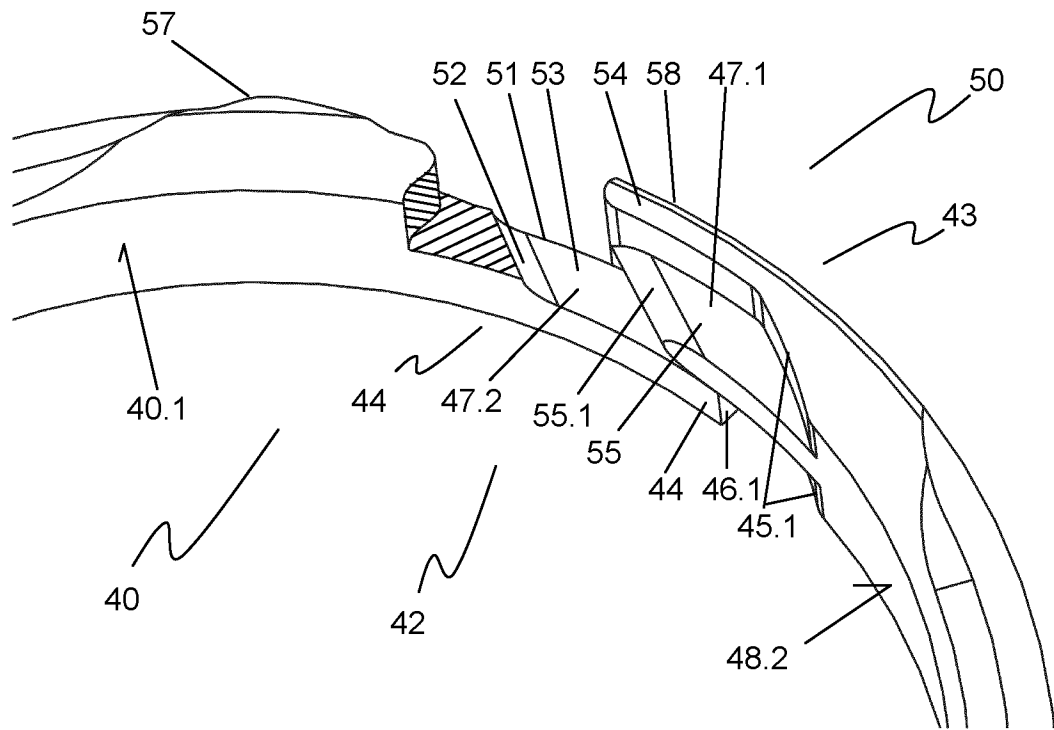


Fig. 7

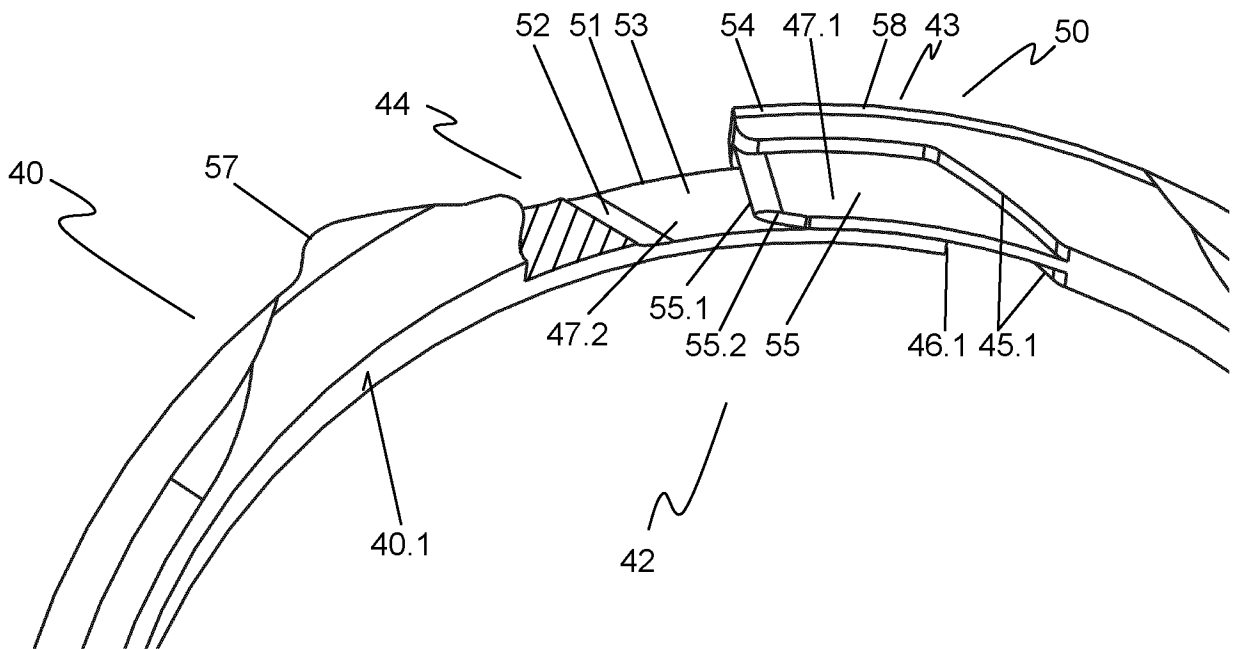


Fig. 8

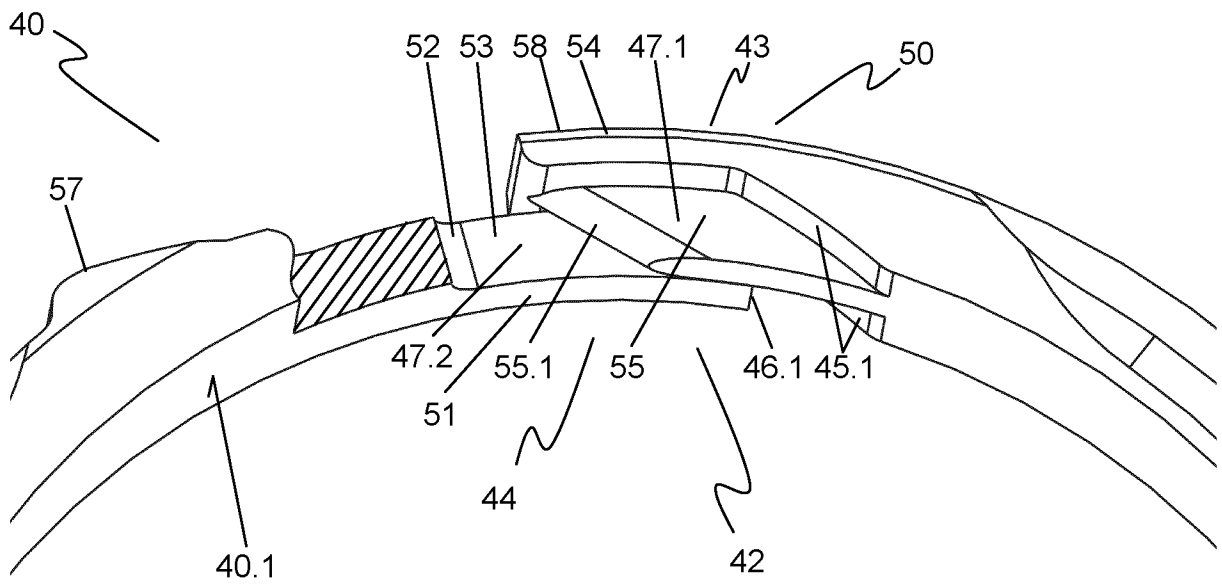


Fig. 9

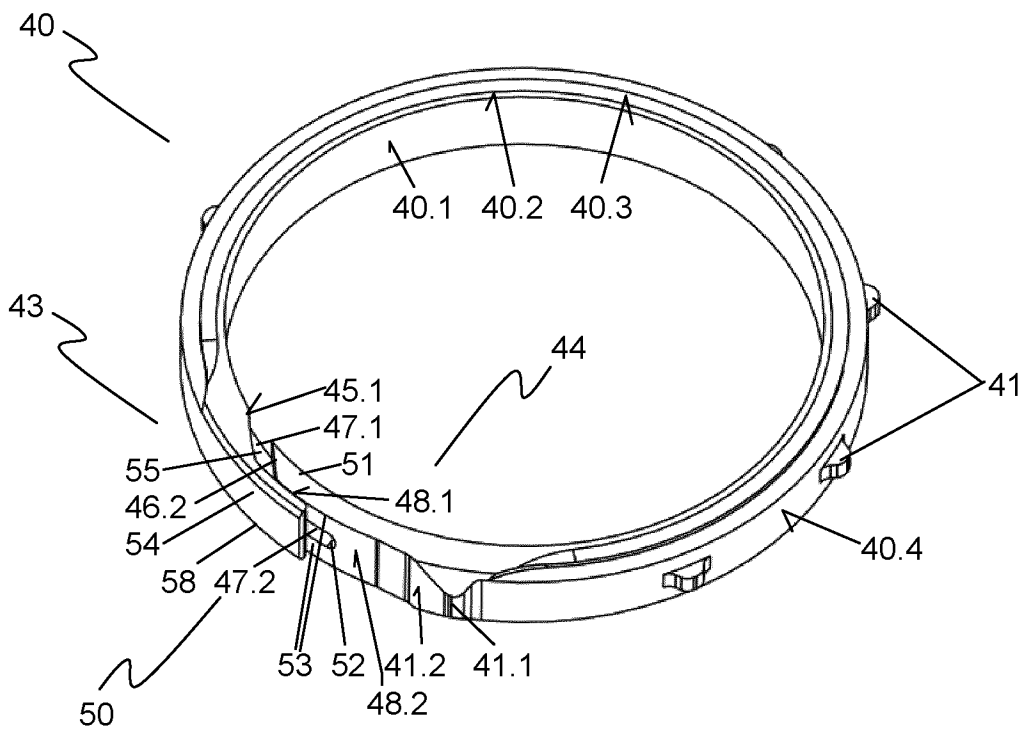


Fig. 10

6 / 9

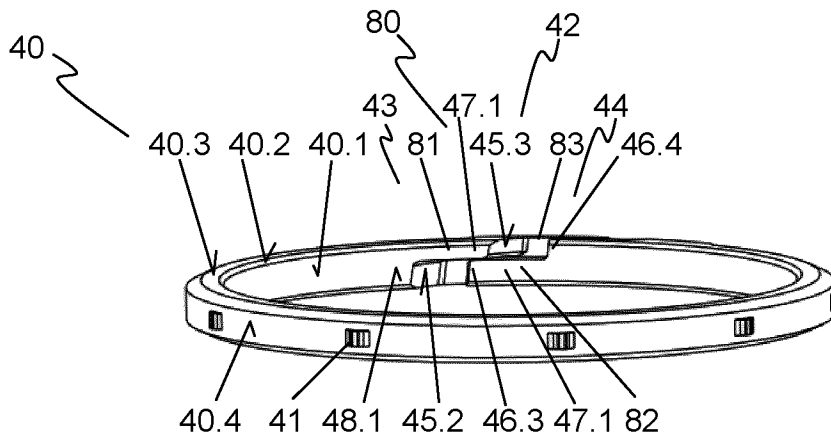


Fig. 11

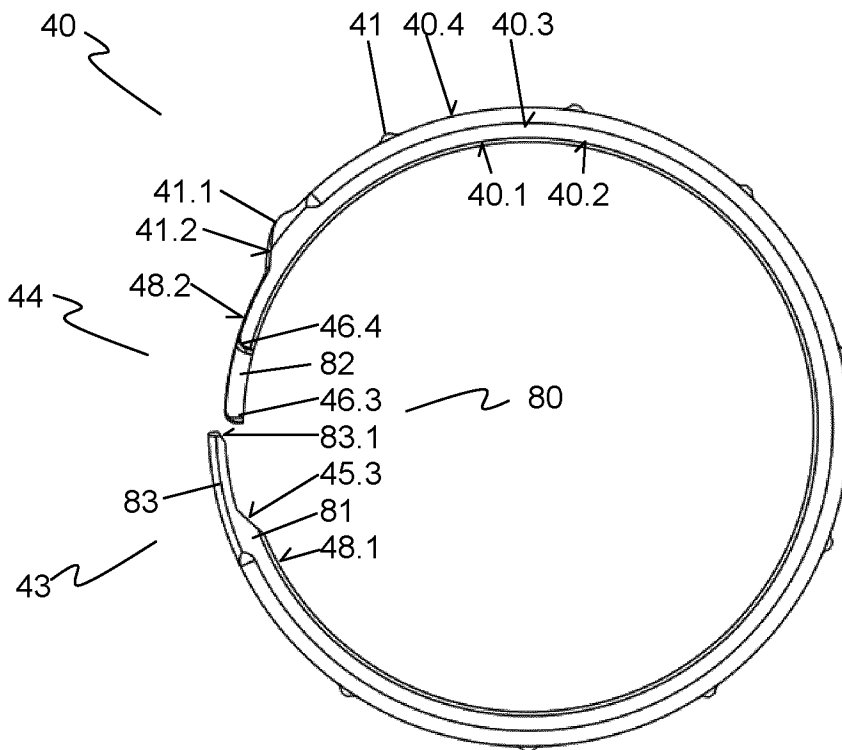


Fig. 12

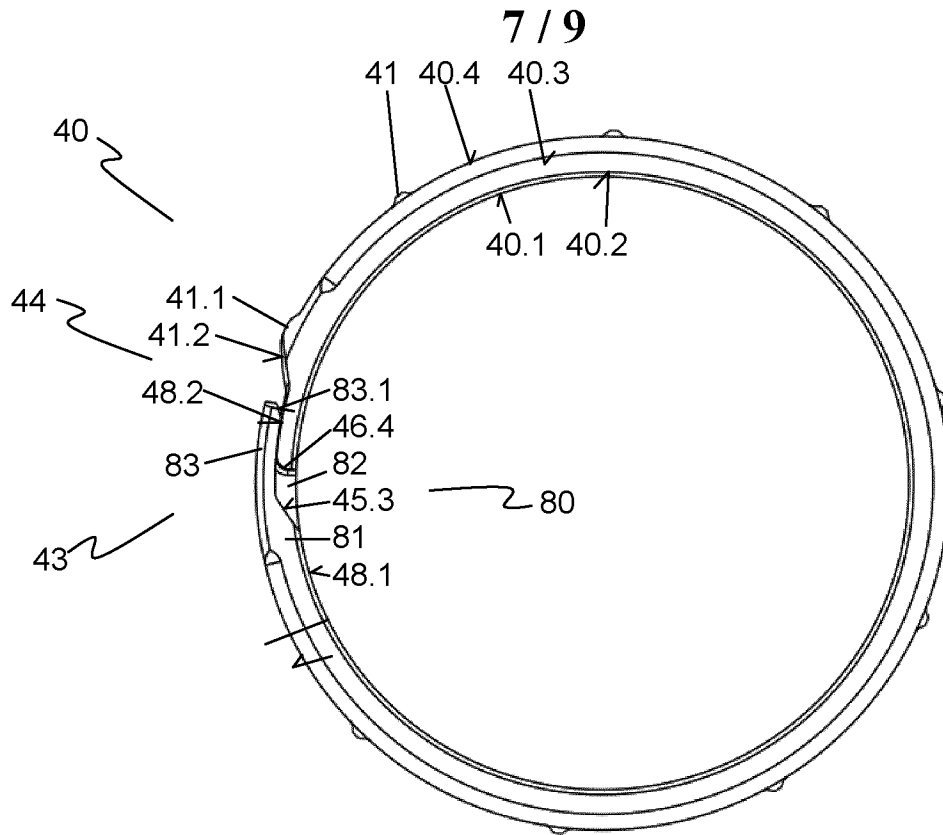


Fig. 13

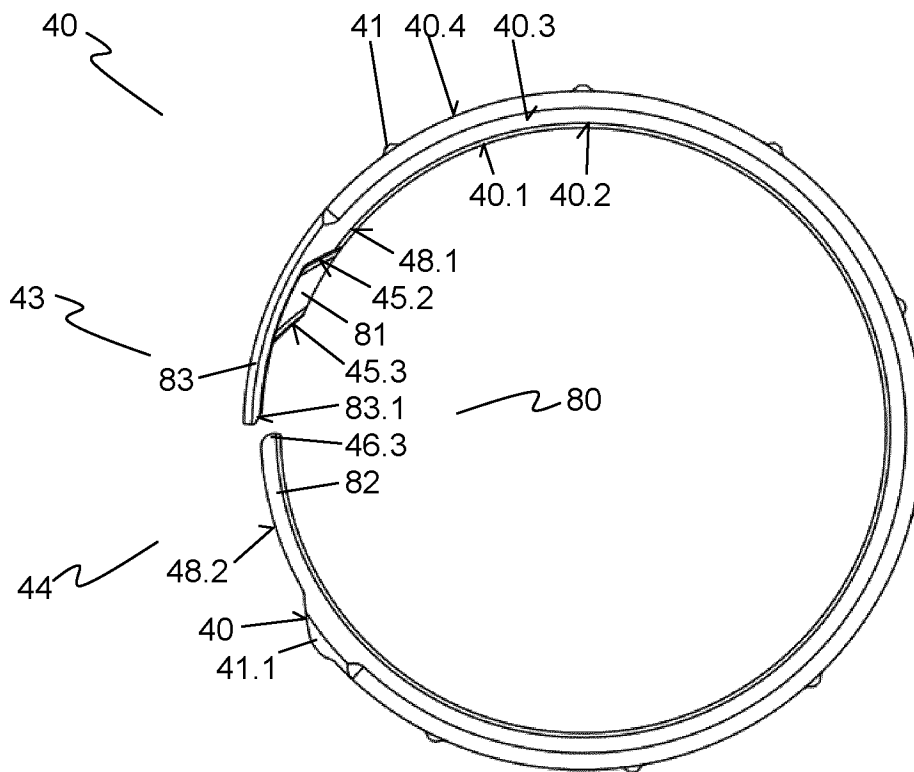


Fig. 14

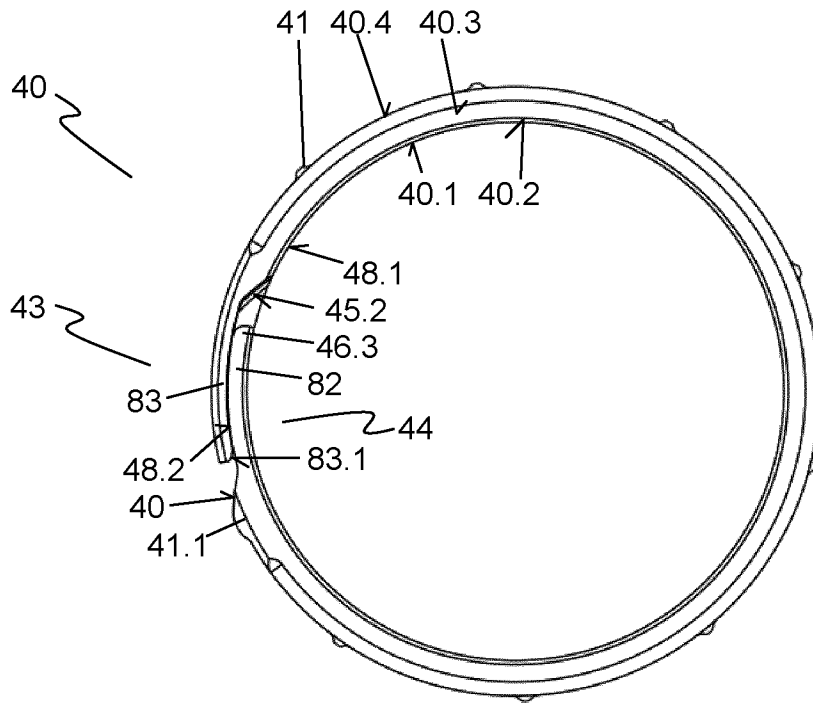


Fig. 15

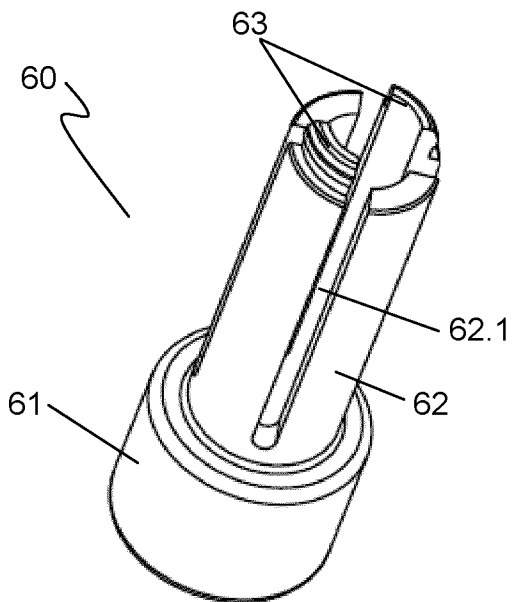


Fig. 16

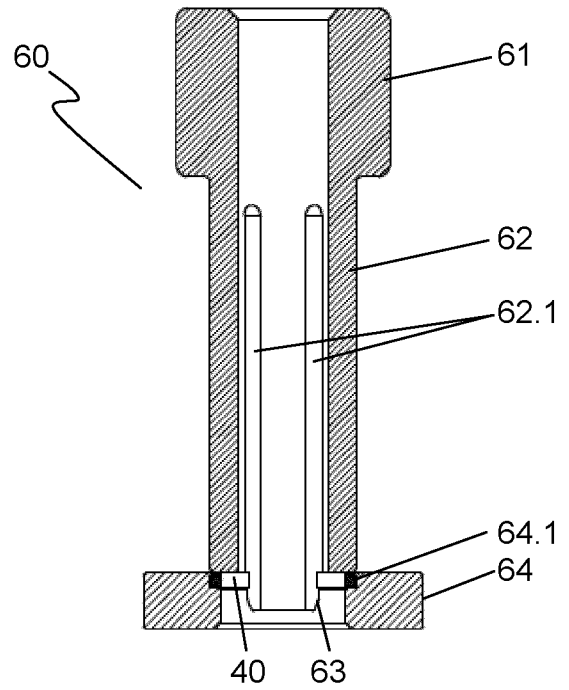


Fig. 17

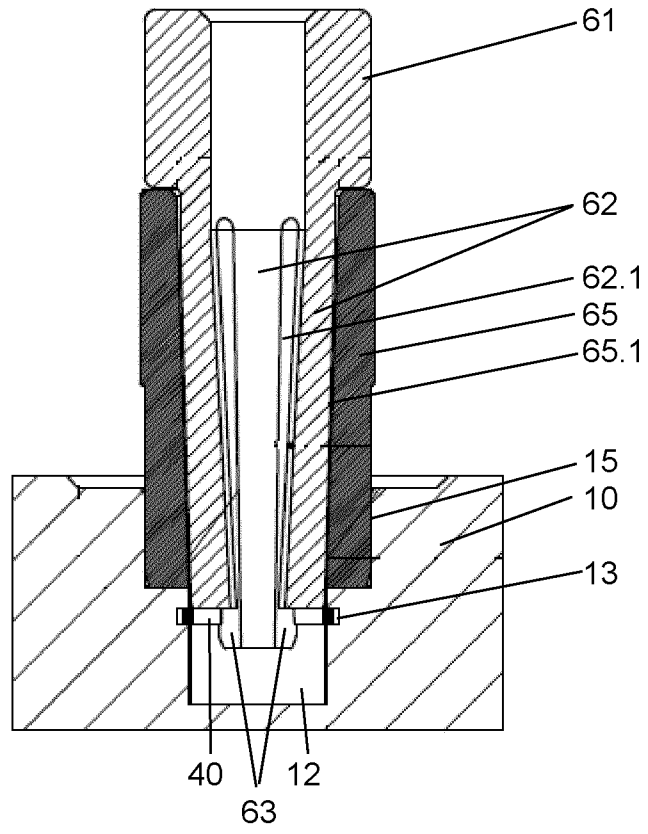


Fig. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057634

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F16J 9/14</i> (2006.01)i; <i>F16J 15/3272</i> (2016.01)i; <i>F16J 15/34</i> (2006.01)i		
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		
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 practicable, 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	DE 202014006271 U1 (KONZELMANN GMBH [DE]) 13 November 2015 (2015-11-13) paragraph [0003]; figures 12-14	1-15
X,P	WO 2019243123 A1 (KONZELMANN GMBH [DE]) 26 December 2019 (2019-12-26) figures 5-7	1-15
<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 application or patent 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 16 June 2020		Date of mailing of the international search report 25 June 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Regaud, Christian Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057634

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	202014006271	U1	13 November 2015	NONE			
WO	2019243123	A1	26 December 2019	DE	102018114701	A1	19 December 2019
				WO	2019243123	A1	26 December 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16J9/14 F16J15/3272 F16J15/34
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16J

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	DE 20 2014 006271 U1 (KONZELMANN GMBH [DE]) 13. November 2015 (2015-11-13) Absatz [0003]; Abbildungen 12-14 -----	1-15
X,P	WO 2019/243123 A1 (KONZELMANN GMBH [DE]) 26. Dezember 2019 (2019-12-26) Abbildungen 5-7 -----	1-15



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

16. Juni 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/06/2020

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

Regaud, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/057634

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202014006271 U1	13-11-2015	KEINE	

WO 2019243123 A1	26-12-2019	DE 102018114701 A1	19-12-2019
		WO 2019243123 A1	26-12-2019
