



(10) **DE 10 2022 117 919 B4** 2024.02.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 117 919.2**
(22) Anmeldetag: **18.07.2022**
(43) Offenlegungstag: **18.01.2024**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.02.2024**

(51) Int Cl.: **F16J 15/3204** (2016.01)
F16J 15/32 (2016.01)
F16J 15/3212 (2016.01)
F16J 15/3284 (2016.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Trelleborg Sealing Solutions Germany GmbH,
70565 Stuttgart, DE**

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

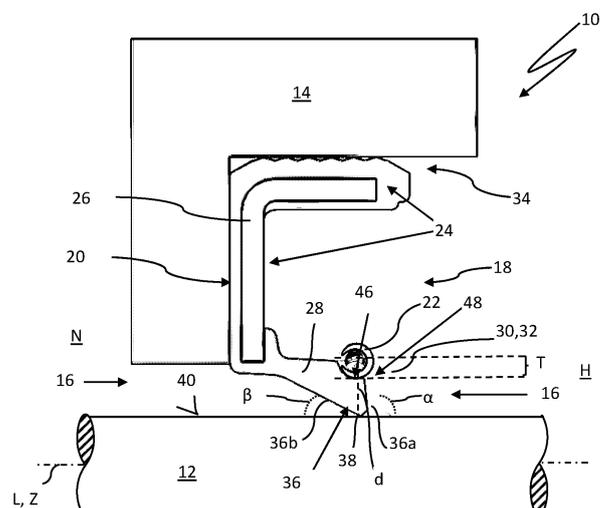
(72) Erfinder:
**Schiefer, Felix, Dr., 70567 Stuttgart, DE; Schüle,
Christoph, 71032 Böblingen, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	36 12 330	C1
DE	38 30 711	A1
DE	39 16 844	A1
DE	697 12 664	T2
US	2 434 484	A
US	2 581 817	A

(54) Bezeichnung: **Radialwellendichtring, Radialwellendichtung und Radialwellendichtungsanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Radialwellendichtring (20) umfassend einen Halteabschnitt (24) und eine Dichtlippe (28), die sich vom Halteabschnitt (24) in einer zur Zentralachse Z des Radialwellendichtrings (20) axialen Richtung bis zu ihrem freien Rand (30) wegerstreckt. Die Dichtlippe (28) umfasst eine Dichtseite, die eine Dichtkante zur dynamisch dichtenden Anlage an der Dichtfläche der Welle oder des Maschinenteils aufweist, sowie eine von der Dichtkante in radialer Richtung wegweisende Rückseite, die mit einer Haltenut zur Aufnahme eines elastisch verformbaren Vorspannelements versehen ist, mittels dessen die Dichtkante im Betriebseinsatz des Radialwellendichtrings in einer radialen Richtung gegen eine jeweilige Dichtfläche (40) dynamisch dichtend vorspannbar ist. Die Dichtlippe weist am Nutgrund der Haltenut radiale Vertiefungen auf, die in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings voneinander beabstandet angeordnet sind und/oder mehrere Randaussparungen, die sich jeweils in einer radialen Richtung von der Haltenut bis zur Dichtseite erstrecken. Jede Randaussparung (48) ist von der Dichtkante (38) beabstandet und kann den Nutgrund (52) der Haltenut (46), ggf. vollständig, durchbrechen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Radialwellendichtring gemäß Oberbegriff von Anspruch 1, eine Radialwellendichtung sowie eine Radialwellendichtungsanordnung.

[0002] Ein solcher Radialwellendichtring ist beispielsweise durch DE 697 12 664 T2 oder US 2 581 817 A bekannt geworden.

[0003] Radialwellendichtringe (RWDR) sind einbaufertige Dichtelemente mit radial angeordneter Dichtlippe zur Abdichtung von Wellen und Achsen. Die Radialwellendichtringe bestehen nach einer Bauart aus einem Halteabschnitt, der zumeist mit einem metallischen Versteifungsring versehen ist, einer Dichtlippe, die sich in Richtung der Zentralachse des Radialwellendichtrings von dem Halteabschnitt wegerstreckt und einem Vorspannelement in Form eines gummielastischen Vorspannrings oder einer Schraubenzugfeder bzw. einer Schraubendruckfeder. Das Vorspannelement ist in der Regel auf der von der Dichtkante der Dichtlippe wegweisenden Rückseite der Dichtlippe in einer Haltenut der Dichtlippe gehalten angeordnet.

[0004] Derlei Radialwellendichtringe können zusätzliche Funktionselemente, beispielsweise eine Schmutz- oder Abstreiferlippe oder auch einen Stützvorsprung zum Schutz der Dichtkante vor einer Überbelastung, aufweisen. Auch können derlei Radialwellendichtrings in einer Montagekartusche bereitgestellt sein, in der ggf. weitere Dicht- oder Funktionselemente gehalten angeordnet sein können.

[0005] Für die Standzeit des Radialwellendichtrings ist eine ausreichende Schmierung der an der Dichtfläche anliegenden dynamischen Dichtkante wesentlich. Aus diesem Grund kann die Dichtlippe an ihrer Dichtseite sogenannte Tribostrukturen aufweisen, durch die die Schmierung der Dichtkante beeinflusst bzw. verbessert wird. Diese unterliegen jedoch im Betriebseinsatz einem hohen Verschleiß.

[0006] Aus der eingangs genannten DE 697 12 664 T2 ist eine Fluid dichtungsbaugruppe bekannt, umfassend eine Gehäuseeinheit mit axialen und radialen Flanschen und einen elastomeren Lippenkörper mit kegelstumpfförmigen, axial nach außen gerichteten Luft- und axial nach innen gerichteten Ölseitenflächen, die an einem Innendurchmesser teil zusammen treffen, um so ein Fluid dichtungsband zu bilden, das in Gebrauch eine zugehörige Welle berührt, eine durchgehende, sich am Umfang erstreckende Ringbandfeder eingebettet in dem Lippenkörper, eine axial innere Oberfläche des Lippenkörpers teilweise begrenzt durch mehrere voneinander beabstandete Rippen. Der Rest wird durch

Taschen mit dicht angrenzend an die radial und axial innersten Teile der Ringbandfeder liegenden Teilen begrenzt. Der Lippenkörper ist mit einem radial inneren Teil des radialen Gehäuseflanschs durch einen flexiblen Halsabschnitt mit dünnem radialen Querschnitt verbunden. Die Ringbandfeder übt im freien Zustand der Dichtung eine radial nach innen gerichtete Vorspannungskraft aus, um so radialer Ausdehnung der Dichtung zu widerstehen. Das den Lippenkörper aufweisende elastomere Material wirkt radial nach innen auf die genannte Feder ein, um die Feder unter eine radiale zusammendrückende Spannung zu setzen.

[0007] Aus der eingangs genannten US 2 581 817 A ist eine ähnliche Dichtung für rotatorisch und axial bewegliche Maschinenelemente bekannt.

[0008] Schließlich offenbart DE 36 12 330 C1 einen Radialwellendichtring, umfassend einen Versteifungsring, einen an dem Versteifungsring festgelegten, in axialer Richtung vorspringenden Dichtring aus elastisch nachgiebigem Werkstoff, eine nach innen weisende, umlaufende Dichtkante im vorspringenden Bereich des Dichtringes sowie eine nach außen geöffnete Nut radial außerhalb der Dichtkante in den Dichtring, in der eine Ringwendelfeder zur elastischen Andrückung der Dichtkante an die Oberfläche der abgedichteten Welle angeordnet ist. Die Nut ist in axialer Richtung beiderseits durch radial nach außen vorspringende Ringwülste begrenzt, die an wenigstens einer Stelle des Umfangs durch eine Hilfsnut unterbrochen sind.

[0009] Es ist deshalb die Aufgabe der Erfindung, einen Radialwellendichtring, eine Radialwellendichtung sowie eine Radialwellendichtungsanordnung anzugeben, die eine verbesserte Schmierung mit einem im durch den Radialwellendichtring abzudichtenden Dichtspalt ermöglichen.

[0010] Die den Radialwellendichtring betreffende Aufgabe wird durch einen Radialwellendichtring gemäß Anspruch 1 gelöst. Die erfindungsgemäße Radialwellendichtung ist in Anspruch 6 und die Radialwellendichtungsanordnung ist in Anspruch 8 angegeben.

[0011] Der erfindungsgemäße Radialwellendichtring dient einem Abdichten eines Dichtspalts zwischen einer Welle und einem die Welle umgreifenden Maschinenteil. Der Radialwellendichtring umfasst einen Halteabschnitt und eine Dichtlippe, die sich vom Halteabschnitt in einer zur Zentralachse des Radialwellendichtrings axialen Richtung bis zu ihrem freien Rand wegerstreckt.

[0012] Die Dichtlippe umfasst eine Dichtseite, die eine Dichtkante zur dynamisch dichtenden Anlage an der Dichtfläche der Welle oder des Maschinenteils

aufweist, sowie eine von der Dichtkante in radialer Richtung wegweisende Rückseite, die mit einer Haltenut zur Aufnahme eines elastisch verformbaren Vorspannelements versehen ist. Mittels des Haltelements ist die Dichtkante im Betriebseinsatz des Radialwellendichtrings in einer radialen Richtung gegen die Dichtfläche der Welle oder des Maschinenteils dynamisch dichtend vorspannbar ist.

[0013] Die Dichtlippe weist erfindungsgemäß am Nutgrund der Haltenut radiale Vertiefungen, auf, die in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings voneinander beabstandet angeordnet sind. Mit anderen Worten ist der Nutgrund in Umfangsrichtung höhenstrukturiert. Alternativ oder zusätzlich weist die Dichtlippe eine oder mehrere Randaussparungen auf, die sich jeweils in einer radialen Richtung von der Haltenut bis zur Dichtseite erstrecken. Jede Randaussparung grenzt dabei an die Dichtkante an bzw. ist von der Dichtkante beabstandet angeordnet, um das Dichtvermögen des Radialwellendichtrings nicht zu kompromittieren. Die Randaussparungen sind in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings jeweils voneinander beabstandet angeordnet.

[0014] Bei beiden Ausführungsformen der Erfindung kann die durch das Vorspannelement und ggf. eine Eigenelastizität des Radialwellendichtrings bedingte Kontaktpressung der Dichtkante in Umfangsrichtung variabel eingestellt werden. Im Einbauzustand des Radialwellendichtrings ist bei einer vorhandenen sogenannten Überdeckung zwischen Dichtring und Dichtfläche, d. h. einer durch den Einbau bedingten elastischen Verformung der Dichtlippe in einer radialen Richtung, bereits durch die Randaussparungen auf der Ölseite der Dichtlippe ein über den Umfang vorteilhaft unsteter Kontaktpressungsverlauf zwischen der Dichtkante und Dichtfläche gewährleistet. In diesem Fall ist eine zusätzliche Federnutmodifikation durch die nutgrundseitigen Vertiefungen nicht zwingend erforderlich. Diese können gleichwohl genutzt werden, um den Kontaktpressungsverlauf weiter zu modifizieren.

[0015] Besteht hingegen keine durch die elastische Verformung der Dichtlippe bei Einbau bedingte Überdeckung zwischen dem Dichtring und der mit dem Dichtring abzudichtenden Welle, so sind die nutgrundseitigen Vertiefungen besonders effektiv, um eine veränderte Kontaktpressungsverlauf zwischen der Dichtkante und der zugeordneten Dichtfläche zu bewirken. Durch den über den Umfang variablen, d. h. unsteten, Kontaktpressungsverlauf kann der Dichtkantenverschleiß im Betriebseinsatz des Radialwellendichtrings reduziert, die Dichtkante effektiv geschmiert bzw. gekühlt und in der Folge einer unerwünschten Ölkohlebildung wirksam entgegengewirkt werden. Insgesamt kann dadurch die Standzeit des Radialwellendichtrings verbessert werden.

[0016] Bei einem nicht zu vermeidenden Verschleiß der Dichtkante während des Betriebseinsatzes zeigt sich, dass die Verschleißbreite der Dichtkante im Bereich der Vertiefungen/Randaussparungen weniger stark ausgeprägt ist, als in den Bereichen ohne derlei Vertiefungen/Randaussparungen. Mithin zeigt sich hier ein degressives Verschleißverhalten.

[0017] Erfindungsgemäß sind die Randaussparungen und die Vertiefungen in axialer Richtung relativ zueinander „auf Lücke“ angeordnet. Im Betriebseinsatz des Radialwellendichtrings kann dadurch eine nochmals differenziertere bzw. feinstufigere Einstellung des Kontaktpressungsverlaufs der Dichtkante und der Dichtfläche realisiert werden.

[0018] Die Randaussparungen der Dichtlippe können nach einer Weiterbildung der Erfindung jeweils eine, bevorzugt zumindest 2-fach oder sogar 4-fach, größere Umfangserstreckung aufweisen, als die zwischen den Randaussparungen jeweils angeordneten freien Ränder der Dichtlippe. Dadurch wechseln sich in Umfangsrichtung der Dichtlippe erste längere Dichtkantensegmente, die an einer zu den Randaussparungen korrespondierenden Umfangsposition des Radialwellendichtrings angeordnet sind und demzufolge im Betriebseinsatz mit einer kleineren Kontaktflächenpressung an der Dichtfläche anliegen, mit zweiten kürzeren Dichtflächensegmenten mit einer jeweils größeren Kontaktpressung ab.

[0019] Nach einer Ausführungsform der Erfindung weist die Dichtlippe an ihrer Dichtseite hochdruckseitig der Dichtkante einen Absatz auf. Durch einen solchen Absatz kann die Dichtlippe im dichtkantennahen Bereich mechanisch ausgesteift werden. Dies ist insbesondere bei vorhandenen Randaussparungen der Dichtlippe für das Dichtvermögen des Radialwellendichtrings von Vorteil. Darüber hinaus kann durch einen solchen Absatz dem Risiko einer unerwünschten Beschädigung der Dichtkante beim Herstellungsprozess des Radialwellendichtrings besonders wirkungsvoll entgegengewirkt werden.

[0020] Die Randaussparungen können jeweils eine bogenförmige, insbesondere kreislinienförmige, eine rechteckige, dreieckige oder eine Freiform-Kontur aufweisen. Durch die geometrische Ausgestaltung der Randaussparungen kann der Kontaktpressungsübergang zwischen den Bereichen mit und ohne Aussparungen beeinflusst werden. Durch die geometrische Gestaltung der Randaussparungen kann in vorteilhafter Weise das abzudichtende Fluid/Medium/Öl verwirbelt werden, sodass dessen Durchmischung verbessert wird bzw. Temperaturdifferenzen reduziert werden. Zu beachten ist dabei, dass eine rechteckige Geometrie der Randaussparungen bei einer sogenannten Fett-Abdichtung vorteilhaft sein

kann, da so mehr Fett nahe dem Dichtkontakt an der Dichtlippe anhaften kann.

[0021] Die Dichtlippe des Radialwellendichtrings kann ein gummielastisch verformbares Material oder Polytetrafluorethylen (PTFE), ein PTFE-Compound oder ein anderes zähelastisch verformbares Material umfassen oder aus einem dieser Materialien bestehen.

[0022] Die erfindungsgemäße Radialwellendichtung umfasst einen vorstehend erläuterten Radialwellendichtring und ein (ringförmiges) Spannelement, das in der Haltenut der Dichtlippe des Radialwellendichtrings angeordnet ist. Das Spannelement kann bei einem innendichtend ausgeführten Radialwellendichtring bevorzugt in Form einer Zugfeder oder eines elastomeren Spannringes und im Falle eines außendichtend ausgeführten Radialwellendichtrings vorzugsweise in Form einer Druckfeder ausgebildet sein.

[0023] Grundsätzlich kann der erfindungsgemäße Wellendichtring auch als ein Axialwellendichtring ausgeführt sein, wobei das Spannelement beispielsweise als eine Sternfeder ausgebildet ist.

[0024] Ist der Radialwellendichtring mit den vorgenannten Vertiefungen versehen, so können diese nach der Erfindung eine derartige radiale Tiefe aufweisen, dass das Spannelement den Nutgrund der Haltenut, d. h. die Dichtlippe, über die Umfangserstreckung der Vertiefung nicht kontaktiert. In dazu korrespondierender Weise können sich die Randaussparungen in axialer Richtung weit in die Haltenut hinein erstrecken, sodass es im Bereich der Randaussparungen an einem Nutgrund fehlt.

[0025] Die erfindungsgemäße Radialwellendichtungsanordnung umfasst eine Welle und ein die Welle umgreifendes Maschinenteil, die unter Ausbildung eines Dichtspalts voneinander beabstandet und um eine Bewegungsachse relativ zueinander bewegbar angeordnet sind. Zur Abdichtung des Dichtspalts dient eine Radialwellendichtung, deren Radialwellendichtring mittels des Vorspannelements mit seiner Dichtkante an einer Dichtfläche des Maschinenteils oder der Welle vorgespannt dynamisch dichtend anliegt. Die Radialwellendichtungsanordnung ist insbesondere für Hochgeschwindigkeitsanwendungen oder andere thermisch kritische Anwendungen geeignet, bei denen möglichst lange Wartungsintervalle der Radialwellendichtung angestrebt werden.

[0026] Es versteht sich, dass der Radialwellendichtring mit weiteren Bauteilen, insbesondere Stützelementen, Haltelementen, Dichtungen in einer montagetüchtigen Kartusche bereitgestellt kann. Die

Kartusche kann aus einem gummielastisch oder einem zähelastisch verformbaren Material bestehen.

[0027] Der Radialwellendichtring kann auch mit weiteren Dichtungen, insbesondere einem weiteren Radialwellendichtring, etwa in der sogenannten back-to-back Anordnung, eingesetzt werden. Es versteht sich darüber hinaus, dass der Radialwellendichtring eine Staublippe und weitere funktionelle Anbauteile oder integrierte Bauteile aufweisen kann.

[0028] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

[0029] In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Radialwellendichtungsanordnung mit einer Welle, einem die Welle unter Ausbildung eines Dichtspalts umgreifenden Maschinenteil und einer Radialwellendichtung zum Abdichten des Dichtspalts;

Fig. 2 die Radialwellendichtung gemäß **Fig. 1** in einer freigestellten Ansicht, umfassend einen Radialwellendichtring mit einem Vorspannelement und Randaussparungen, durch die ein in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings hochvariabler Kontaktpressungsverlauf zwischen Dichtkante und Gegenlauf- bzw. Dichtfläche bewirkt ist;

Fig. 3 die Radialwellendichtung gemäß **Fig. 2** in einer ausschnittweisen rückseitigen Draufsicht;

Fig. 4 den Radialwellendichtring gemäß **Fig. 2** in einem freigestellten rückseitigen Detailausschnitt;

Fig. 5 die Radialwellendichtung gemäß **Fig. 2** in einem dichtkantenseitigen Detailausschnitt;

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Radialwellendichtrings, bei dem die Randaussparungen einen großen Abstand zur Dichtkante aufweisen, in einem perspektivischen Detailausschnitt;

Fig. 7 eine Radialwellendichtung, bei dem sich die Randaussparungen der Dichtlippe des Dichtrings nahezu bis zur Dichtkante der Dichtlippe erstrecken, in einem dichtkantenseitigen Detailausschnitt;

Fig. 8 die Radialwellendichtung gemäß **Fig. 7**, in einer perspektivischen Schnittdarstellung;

Fig. 9 die Radialwellendichtung gemäß **Fig. 7** in einer perspektivischen Detailansicht;

Fig. 10 einen Radialwellendichtring mit dreieckig ausgeführten Randaussparungen, in einem Detailausschnitt; und

Fig. 11 eine Radialwellendichtung, bei der der Radialwellendichtring eine Dichtlippe mit undulierend ausgeführten Randaussparungen aufweist, in einem Detailausschnitt;

[0030] In **Fig. 1** ist eine Radialwellendichtungsanordnung 10 mit einer Welle 12 und mit einem die Welle 12 umgreifenden Maschinenteil 14 gezeigt, die unter Ausbildung eines Dichtspalts 16 voneinander beabstandet und um eine Bewegungsachse L relativ zueinander bewegbar angeordnet sind. Zum Abdichten einer Öl- bzw. Hochdruckseite H (= abzudichtende Seite) gegenüber einer Außen- bzw. Niederdruckseite N des Dichtspalts 16 dient eine Radialwellendichtung 18.

[0031] Die Radialwellendichtung 18 umfasst einen Radialwellendichtring 20 und ein ringförmiges und gummielastisch verformbares Vorspannelement 22. Der Radialwellendichtring 20 ist in den **Fig. 2** bis 5 in weiteren Detaildarstellungen gezeigt. Der Radialwellendichtring 20 umfasst einen Halteabschnitt 24, der hier beispielhaft einen L-förmigen Querschnitt aufweist. Der Halteabschnitt ist in an sich bekannter Weise mit einem Aussteifungselement 26 versehen. Der Radialwellendichtring umfasst eine Dichtlippe 28, die sich vom Halteabschnitt 24 in einer zur Zentralachse Z des Radialwellendichtrings 20 axialen Richtung vom Halteabschnitt 24 wegerstreckt. Ein freier Rand 30 der Dichtlippe 28 ist hier durch eine Stirnseite 32 gebildet. Der Halteabschnitt 24 ist in einer in axialer Richtung einseitig offenen Montage Nut 34 des Maschinenteils 14 angeordnet. Es versteht sich, dass die Radialwellendichtung 18 auch in einer Montagekartusche (nicht gezeigt) oder einer anderen hülsenförmigen Halteeinrichtung angeordnet sein kann, wie diese dem Fachmann geläufig sind. Insoweit kann beispielsweise das Maschinenteil 14 selbst als Montagekartusche ausgeführt sein.

[0032] Die Dichtlippe 28 weist eine Dichtseite 36 mit einer Dichtkante 38 auf, die mittels des Vorspannelements 22 an der Dichtfläche 40 der Welle 12 in einer radialen Richtung vorgespannt dynamisch dichtend anliegt.

[0033] Die Dichtseite 36 weist ein öl- bzw. hochdruckseitig angeordnetes erstes Oberflächensegment 36a und einen niederdruckseitig angeordnetes zweites Oberflächensegment 36b auf, die im Einbaustand des Radialwellendichtrings 20 zur Dichtfläche 40 jeweils unter einem (Kontaktflächen-)Winkel α , β schräg verlaufend angeordnet sind. Der zur Hochdruckseite H offene Winkel α ist in an sich bekannter Weise größer als der zur Niederdruckseite N offene Winkel β .

[0034] Die Dichtlippe 28 kann an ihrer Dichtseite 36 hochdruckseitig der Dichtkante 38 einen Absatz 42 ausbilden, der bei der Fertigung des Radialwellendichtrings einen Schutz der Dichtkante 38 gegenüber unerwünschten Beschädigungen ermöglicht.

[0035] Die Dichtlippe 28 weist an ihrer von der Dichtkante 38 wegweisenden Rückseite 44 eine ringförmig umlaufende Haltenut 46 auf. Das Vorspannelement 22 ist in dieser Haltenut 46 angeordnet.

[0036] Die Dichtlippe 28 ist mit mehreren Randaussparungen 48 versehen, die hier in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings 20 voneinander beabstandet angeordnet sind. Zwischen jeder Randaussparung 48 ist ein freies Randsegment der Dichtlippe 28 angeordnet. Die Randaussparungen 48 erstrecken sich in einer axialen Richtung von der Umfangskontur des freien Rands 30, also der Stirnseite 32, der Dichtlippe 28 bis zur Haltenut 46 und durchbrechen die gesamte Dichtlippe 28 in einer radialen Richtung. Die Haltenut 46 ist mithin in axialer Richtung zur Hochdruckseite H hin abschnittsweise durchbrochen, wie dies in den **Fig. 3** bis 5 gezeigt ist. Jede Randaussparung 48 ist von der Dichtkante 38 beabstandet, um das Dichtvermögen des Radialwellendichtrings 20 nicht zu kompromittieren.

[0037] Gemäß **Fig. 4** weist der Radialwellendichtring 20 zusätzlich zu den Randaussparungen 48 Vertiefungen 50 der Haltenut 46 auf. Die Vertiefungen 50 sind in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings 20 voneinander regelmäßig beabstandet angeordnet. Jede Vertiefung 50 kann beispielsweise eine radiale Tiefe t aufweisen, die 10 bis 40%, insbesondere 10% bis 20% der Nenndicke d der Dichtlippe 28, gemessen zwischen Dichtkante 38 und Nutgrund 52 der Haltenut 46, beträgt.

[0038] Die Randaussparungen 48 sind hier jeweils zu einer der Vertiefungen 50 in axialer Richtung fluchtend angeordnet. Dadurch kann die Kontaktflächenpressung zwischen der Dichtkante 38 und der Dichtfläche 40 in Umfangsrichtung besonders wirksam variiert werden. Zu beachten ist, dass die Randaussparungen 48 und die Vertiefungen 50 der Haltenut 46 auch in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnet, insbesondere in axialer Richtung relativ zueinander auf Lücke angeordnet sein können. Dadurch kann die Kontaktflächenpressung zwischen Dichtkante 38 und Dichtfläche 40 lokal fein abgestuft angepasst werden.

[0039] Im Einbaustand des Radialwellendichtrings 20 ist bei einer vorhandenen sogenannten Überdeckung zwischen Dichtlippe 28 und Dichtfläche 40, d. h. einer durch den Einbau des Radialwellendichtrings 20 bedingten elastischen Verformung der Dichtlippe 28 in einer radialen Richtung, bereits durch die Randaussparungen 48 auf der Ölseite H

der Dichtlippe 28 eine über den Umfang vorteilhafter Kontaktpressungsverlauf zwischen Dichtkante 38 und Dichtfläche 40 (**Fig. 1**) gewährleistet. In diesem Fall ist eine zusätzliche Federnutmodifikation durch die nutgrundseitigen Vertiefungen 50 nicht zwingend notwendig. Diese können gleichwohl genutzt werden, um den Kontaktpressungsverlauf weiter zu modifizieren.

[0040] Gemäß der in **Fig. 5** gezeigten Draufsicht auf die Dichtkante 38 des Radialwellendichtrings 20 können die einzelnen Randaussparungen 48 der Dichtlippe 28 insbesondere kreislinienförmig ausgeführt sein.

[0041] Der in **Fig. 6** gezeigte Radialwellendichtring 20 unterscheidet sich von dem in den **Fig. 2 bis 5** gezeigten Radialwellendichtring 20 im Wesentlichen darin, dass die Randaussparungen 48 (bei gleichem Durchmesser des Radialwellendichtrings 20) jeweils eine vergleichsweise größere Umfangserstreckung aufweisen und von der Dichtkante 38 weiter beabstandet sind. Diese Bauart des Radialwellendichtrings 20 bietet fertigungstechnische Vorteile, zumal dadurch eine unerwünschte Beschädigung der Dichtkante 38 während des Fertigungsprozesses nochmals sicherer vermieden werden kann.

[0042] Gemäß dem in den **Fig. 7 und 8** gezeigten Radialwellendichtring 20 können die Randaussparungen 48 den Nutgrund 52 der Haltenut in axialer Richtung vollständig durchbrechen und dichtseitig ggf. nahezu bis zur Dichtkante 38 reichen. In diesem Fall das Vorspannelement 22, hier die Zugfeder, in einer radialen Richtung zumindest abschnittsweise nicht durch die Dichtlippe 28 in radialer Richtung überdeckt. Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, liegt das Vorspannelement 22 über die Umfangserstreckung der jeweiligen Randaussparung 48 nicht an der Dichtlippe 28 an. Das Vorspannelement 28 hat in diesem Bereich keinen Kontakt mehr zum Nutgrund (und „hängt“ in diesen Bereichen sozusagen „in der Luft“).

[0043] Die Randaussparungen 48 der Dichtlippe 28 des Radialwellendichtrings 20 können gemäß dem in **Fig. 9** gezeigten Ausführungsbeispiel jeweils rechteckig ausgeführt sein. Dadurch kann in den zu den umfangsseitigen Seitenwände 54 der Randaussparungen 48 korrespondierenden Dichtkantenzone 56 ein besonders steiler Gradient des Kontaktpressungsverlaufs zwischen Dichtkante 38 und Dichtfläche 40 (**Fig. 1**) erreicht werden. Randaussparungen 48 mit einer dreieckigen Geometrie können aufgrund der konvergierenden Seitenwände 54 der Randaussparungen 48 drehrichtungsunabhängig eine nochmals weiter verbesserte Schmierung und Kühlung der Dichtkante 38 erreicht werden.

[0044] Die Randaussparungen 48 können gemäß dem in **Fig. 11** gezeigten Radialwellendichtring 20

auch in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings 20 unmittelbar hintereinanderliegend aufgereiht angeordnet sein. In diesem Fall kann sich ein undulierender freier Rand 30 der Dichtlippe 28 ergeben. In dazu entsprechender Weise kann auch die Dichtkante 38 in Umfangsrichtung undulierend ausgeführt sein. Dadurch kann die Schmierung der Dichtkante 38 im Betriebseinsatz weiter begünstigt werden.

[0045] Die Dichtlippe 28 der vorstehend im Zusammenhang mit den **Fig. 1 bis 11** dargestellten Radialwellendichtringe 20 können jeweils ein gummielastisch verformbares Material oder Polytetrafluorethylen (PTFE), ein PTFE-Compound oder ein anderes zähelastisch verformbares Material umfassen oder aus einem dieser Materialien bestehen. Gleichmaßen können die Radialwellendichtringe 20 auch außendichtend ausgeführt sein. In diesem Fall ist das Vorspannelement 22 vorzugsweise als eine außenspannende Druckfeder oder dergleichen ausgebildet.

[0046] Zusammenfassend betrifft die Erfindung einen Radialwellendichtring 20 umfassend einen Halteabschnitt 24 und eine Dichtlippe 28, die sich vom Halteabschnitt 24 in einer zur Zentralachse Z des Radialwellendichtrings 20 axialen Richtung bis zu ihrem freien Rand 30 wegerstreckt. Die Dichtlippe 28 umfasst eine Dichtseite, die eine Dichtkante zur dynamisch dichtenden Anlage an der Dichtfläche der Welle oder des Maschinenteils aufweist, sowie eine von der Dichtkante in radialer Richtung wegweisende Rückseite, die mit einer Haltenut zur Aufnahme eines elastisch verformbaren Vorspannelements versehen ist, mittels dessen die Dichtkante im Betriebseinsatz des Radialwellendichtrings in einer radialen Richtung gegen eine jeweilige Dichtfläche 40 dynamisch dichtend vorspannbar ist. Die Dichtlippe weist am Nutgrund der Haltenut radiale Vertiefungen aufweist, die in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings voneinander beabstandet angeordnet sind und/oder mehrere Randaussparungen, die sich jeweils in einer radialen Richtung von der Haltenut bis zur Dichtseite erstrecken. Jede Randaussparung 48 ist von der Dichtkante 38 beabstandet und kann den Nutgrund 52 der Haltenut 46, ggf. vollständig, durchbrechen.

Patentansprüche

1. Radialwellendichtring (20) zum Abdichten eines Dichtspalts (16) zwischen einer Welle (12) und einem die Welle (12) umgreifenden Maschinenteil (14), umfassend einen Halteabschnitt (24) und eine Dichtlippe (28), die sich vom Halteabschnitt (24) in einer zur Zentralachse (Z) des Radialwellendichtrings (20) axialen Richtung bis zu ihrem freien Rand (30) wegerstreckt, wobei die Dichtlippe (28) umfasst:
 - eine Dichtseite (36), die eine Dichtkante (38) zur

dynamisch dichtenden Anlage an der Dichtfläche (40) der Welle (12) oder des Maschinenteils (14) aufweist; und

- eine von der Dichtkante (38) in radialer Richtung wegweisende Rückseite, die mit einer Haltenut (46) zur Aufnahme eines elastisch verformbaren Vorspannelements (22) versehen ist, mittels dessen die Dichtkante (38) im Betriebseinsatz des Radialwellendichtrings (20) in einer radialen Richtung gegen die Dichtfläche (40) der Welle (12) vorspannbar ist,

wobei der Nutgrund (52) der Haltenut (46) radiale Vertiefungen (50) aufweist, die in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings (20) voneinander beabstandet angeordnet sind

und/oder

wobei die Dichtlippe (28) eine oder mehrere Randaussparungen (48) aufweist, wobei die mehreren Randaussparungen (48) in Umfangsrichtung des Radialwellendichtrings (20) voneinander beabstandet angeordnet sind, wobei jede Randaussparung (48) die Dichtkante (38) kontaktiert oder von der Dichtkante (38) beabstandet ist und sich in einer radialen Richtung von der Dichtseite (36) bis zur Haltenut (46) erstreckt,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Randaussparungen (48) und die Vertiefungen (50) in axialer Richtung relativ zueinander auf Lücke angeordnet sind.

2. Radialwellendichtring (20) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Dichtlippe (28) an ihrer Dichtseite (36) hochdruckseitig der Dichtkante (38) einen Absatz (42) ausbildet.

3. Radialwellendichtring (20) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Randaussparungen (48) eine größere Umfangserstreckung aufweisen, als die zwischen den Randaussparungen angeordneten freien Ränder der Dichtlippe (28).

4. Radialwellendichtring (20) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Randaussparungen (48) eine bogenförmige, insbesondere kreislinienförmige, eine rechteckige, eine dreieckige Kontur oder eine Freiformkontur aufweisen.

5. Radialwellendichtring (20) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Dichtlippe (28) ein gummielastisch verformbares Material oder Polytetrafluorethylen (PTFE), einem PTFE-Compound oder ein anderes zähelastisch verformbares Material umfasst oder aus einem dieser Materialien besteht.

6. Radialwellendichtung (18) umfassend einen Radialwellendichtring (20) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und ein Vorspannelement

(22), bevorzugt in Form einer Zug- oder Druckfeder, die in der Haltenut (46) der Dichtlippe (28) des Radialwellendichtrings (20) gehalten angeordnet ist.

7. Radialwellendichtung (18) gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Vertiefungen (50) eine derartige radiale Tiefe (T) aufweisen, dass das Vorspannelement (22) den Nutgrund (52) im Bereich der Vertiefung (50) nicht kontaktiert.

8. Radialwellendichtungsanordnung (10) umfassend

- eine Welle (12) und ein die Welle (12) umgreifendes Maschinenteil (14), die unter Ausbildung eines Dichtspalts (16) voneinander beabstandet und um eine Bewegungsachse (L) relativ zueinander bewegbar angeordnet sind; und

- eine Radialwellendichtung (18) gemäß Anspruch 6 oder 7, wobei der Radialwellendichtring (20) mittels des Vorspannelements (22) an einer Dichtfläche (40) der Welle (12) oder des Maschinenteils (14) vorgespannt dynamisch dichtend anliegt.

9. Radialwellendichtungsanordnung (10) gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Dichtlippe (28) des Radialwellendichtrings (20) im Bereich der Randaussparungen (48) und das Vorspannelement (22) in einer streng radialen Richtung ohne gegenseitige Überdeckung sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

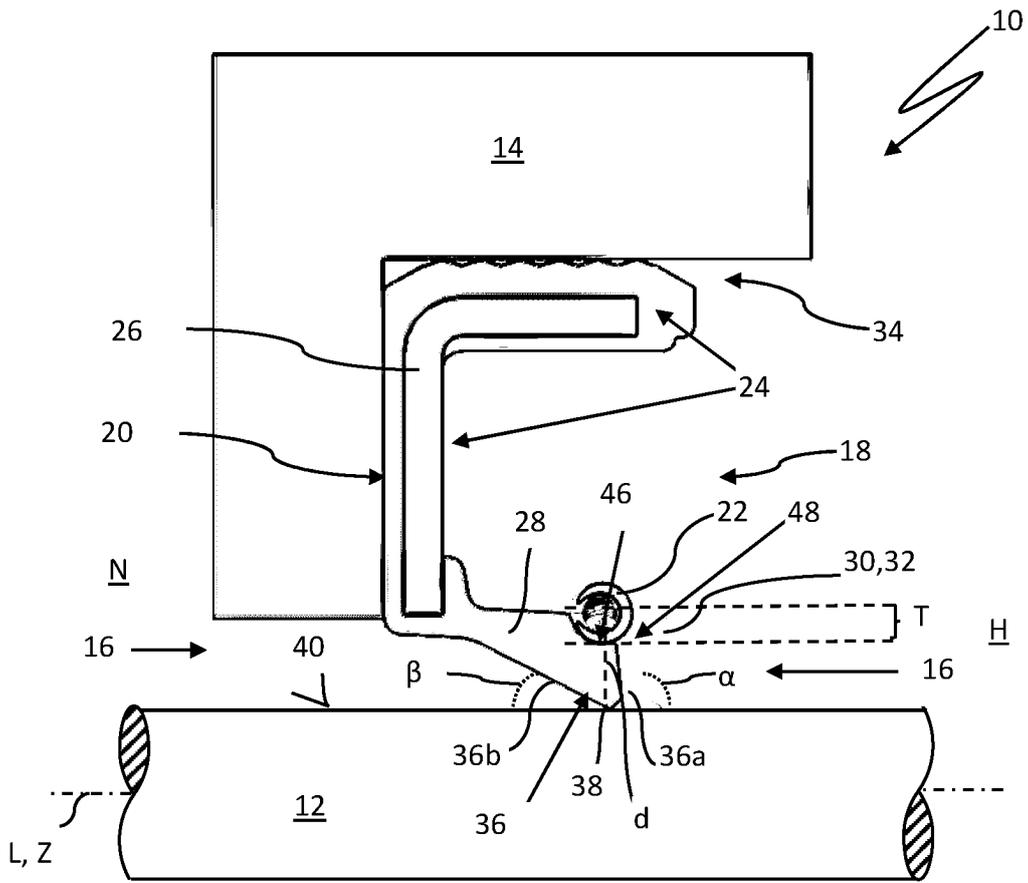


Fig. 1

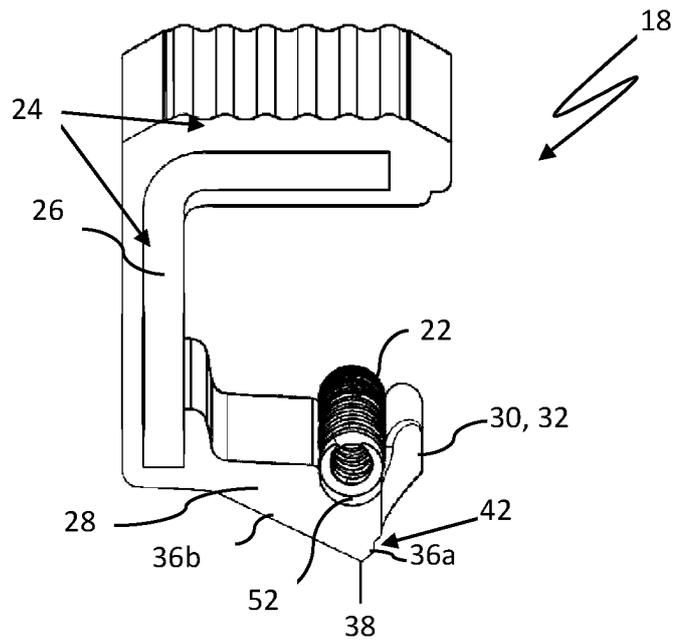


Fig. 2

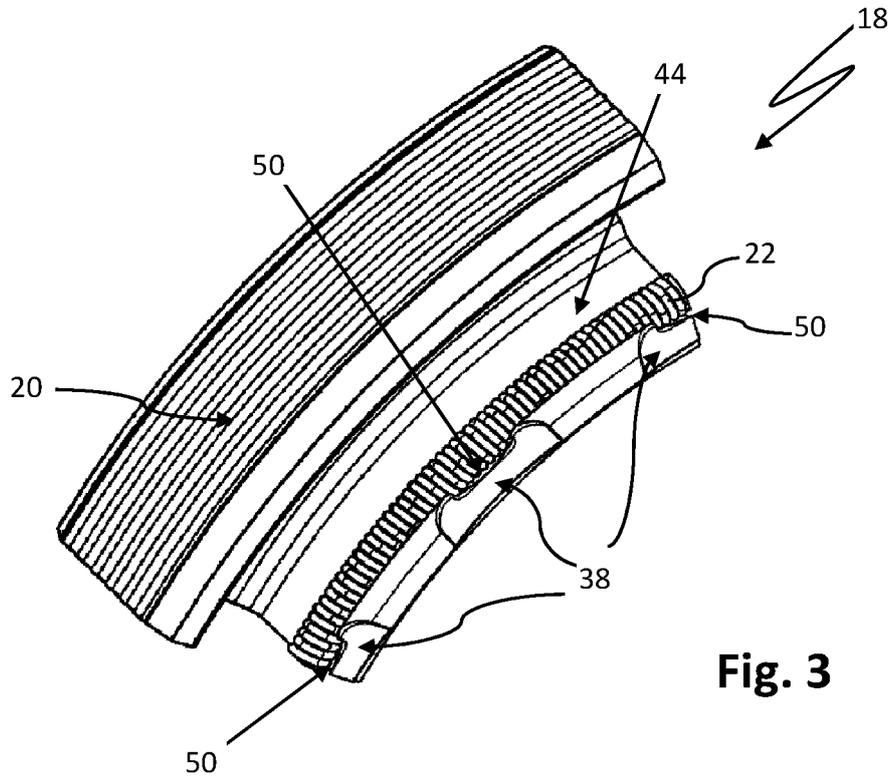


Fig. 3

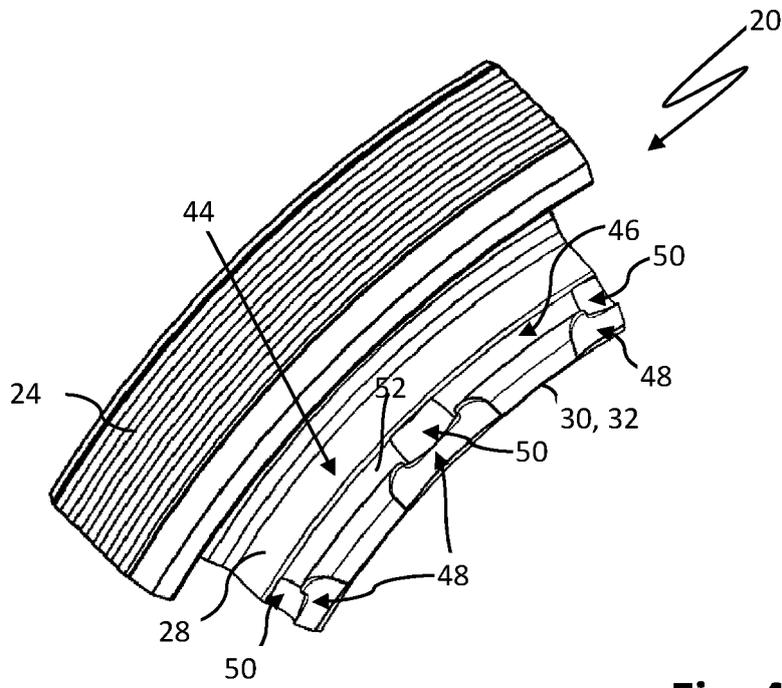


Fig. 4

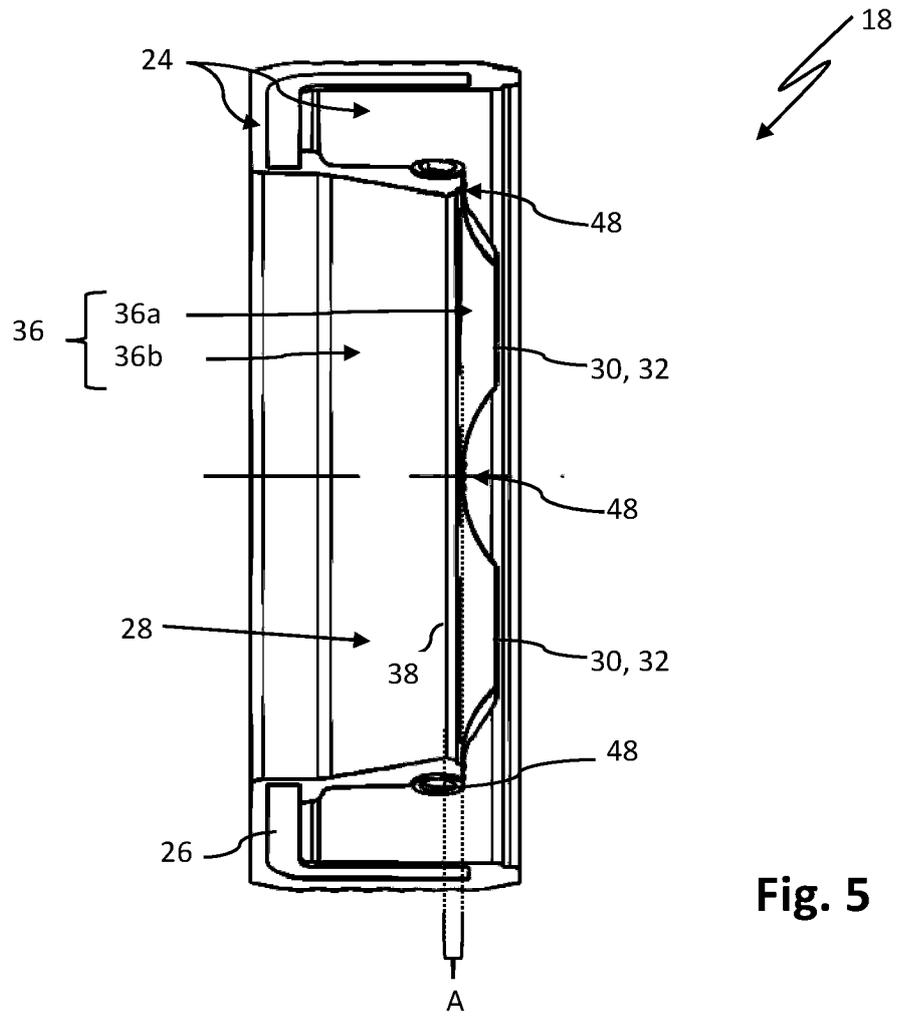


Fig. 5

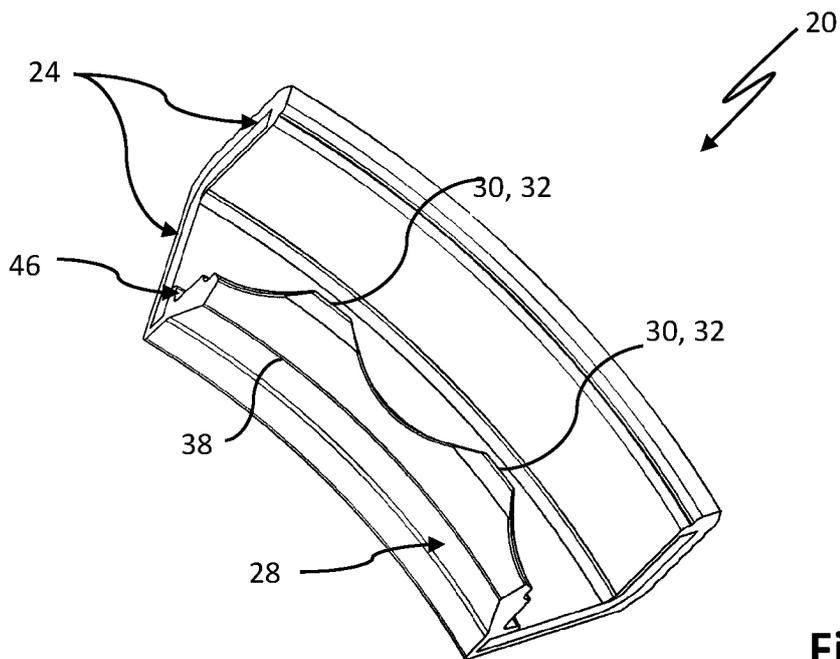


Fig. 6

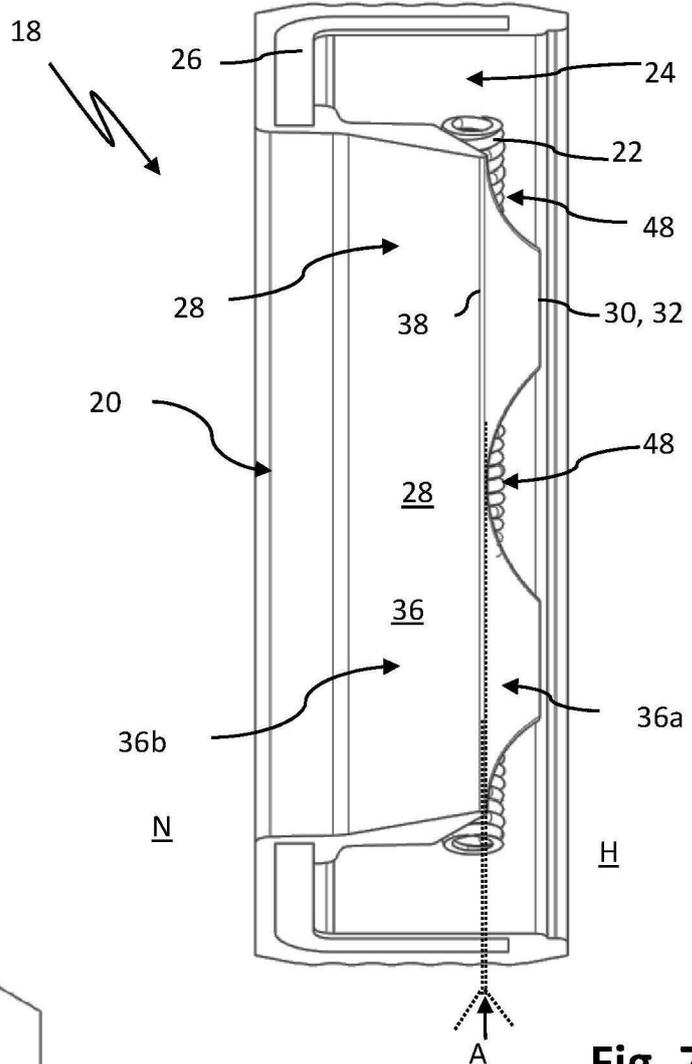


Fig. 7

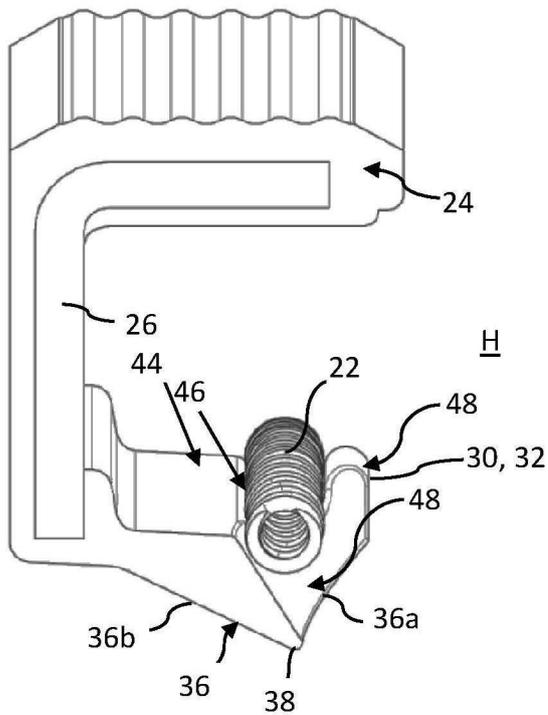


Fig. 8

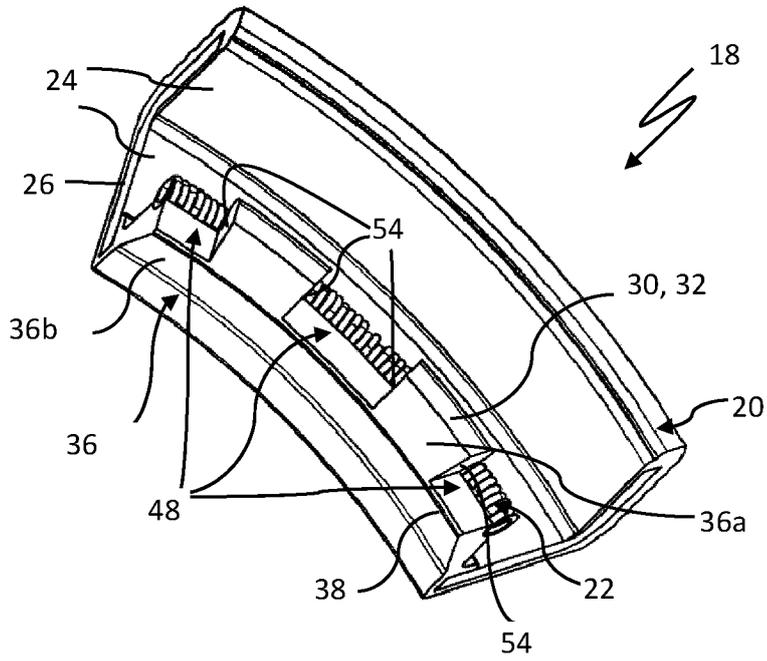


Fig. 9

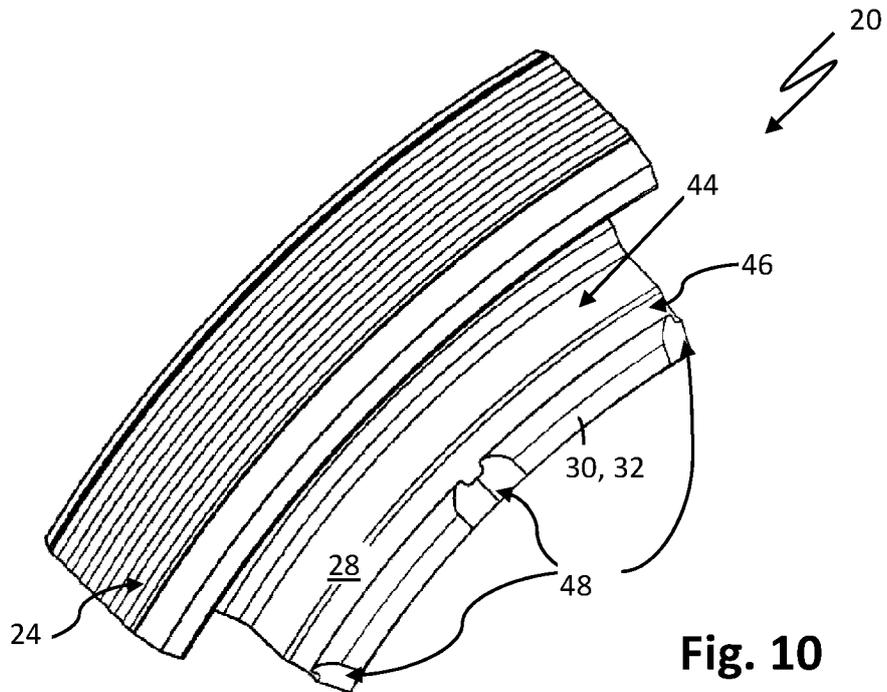


Fig. 10

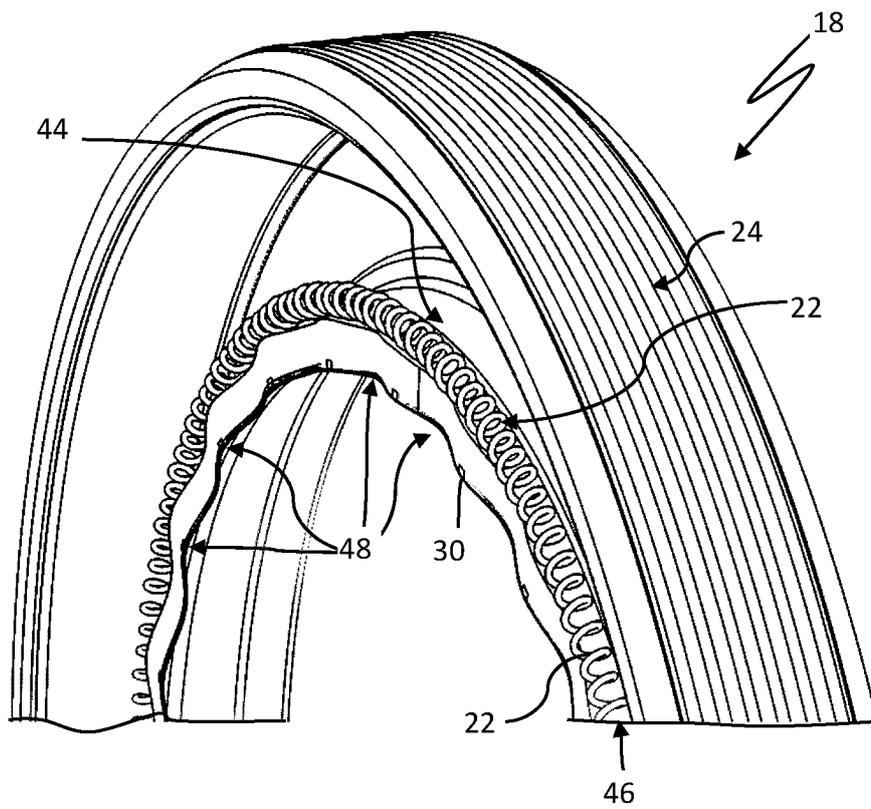


Fig. 11