(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. Januar 2013 (24.01.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/011124 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16J 15/08 (2006.01) *F01N 13/18* (2010.01)
F16L 23/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/064284

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juli 2012 (20.07.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2011 103 439 20. Juli 2011 (20.07.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **REINZ-DICHTUNGS-GMBH** [DE/DE]; Reinzstr. 3-7, 89233 Neu-Ulm (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **ORUC, Ahmet** [TR/DE]; Dietrich-Bonhoeffer-Weg 3, 89520 Heidenheim (DE). **HÖHE, Kurt** [DE/DE]; Dahlienweg 17, 89129 Langenau (DE). **WALDVOGEL, Hans** [DE/DE]; Augsburger Str. 35k, 86381 Krumbach (DE). **CLAUS, Oliver** [DE/DE]; Gartenstraße 50, 89150 Laichingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

WO 2013/011124 A1

(54) **Title**: SEAL SYSTEM

(54) **Bezeichnung** : DICHTUNGSSYSTEM

(57) **Abstract**: The invention relates to a seal system consisting of a first component, a second component, and at least one fluid through-opening that extends in both components, in particular a through-opening for hot combustion gases of internal combustion engines and the corresponding flat metal seal. The invention relates to a seal system consisting of a first component (2), a second component (3), and at least one fluid through-opening (22) that extends in both components, in particular a through-opening for hot combustion gases of internal combustion engines and the corresponding flat metal seal.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft ein Dichtungssystem bestehend aus einem ersten Bauteil und einem zweiten Bauteil und mindestens einer in beiden Bauteilen sich erstreckenden Fluiddurchgangsöffnung, insbesondere einer Durchgangsöffnung für heiße Verbrennungsgase von Verbrennungsmotoren sowie der zugehörigen metallischen Flachdichtung. Die Erfindung betrifft ein Dichtungssystem bestehend aus einem ersten Bauteil (2) und einem zweiten Bauteil (3) und mindestens einer in beiden Bauteilen sich erstreckenden Fluiddurchgangsoffnung (22), insbesondere einer Durchgangsöffnung für heiße Verbrennungsgase von Verbrennungsmotoren sowie der zugehörigen metallischen Flachdichtung.

Dichtungssystem

[001] Die Erfindung betrifft ein Dichtungssystem bestehend aus einem ersten Bauteil und einem zweiten Bauteil und mindestens einer in beiden Bauteilen sich erstreckenden Fluiddurchgangsöffnung, insbesondere einer Durchgangsöffnung für heiße Verbrennungsgase von Verbrennungsmotoren sowie der zugehörigen metallischen Flachdichtung.

[002] Im Stand der Technik werden einerseits zwischen beiden Bauteilen im Wesentlichen vollflächig aufliegende metallische Flachdichtungen verwendet. Die Fluiddurchgangsöffnungen werden dabei von elastischen Dichtelementen, meist unmittelbar in die Blechlage eingeformten Sicken, umgeben. Diese können im Krafthauptschluss liegen, d.h. volle Verpressung erfahren oder, entweder durch Verbau in einer Nut oder durch Einbringen eines Verformungsbegrenzungselements in die Dichtung, in den Kraftnebenschluss gebracht werden, so dass sie nur bis zur Tiefe der Nut bzw. zur Höhe des Verformungsbegrenzungselements verpresst werden können. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Sicke im Wesentlichen nur innerhalb ihres elastischen Bereichs vorgespannt wird und sie somit auch bei Entlastung diesen nicht verlässt. Durch den vollflächigen Verbau weisen diese Dichtungen immer auch Durchgangsöffnungen für Befestigungsmittel auf, d.h. sie werden zwischen den beiden gegeneinander abzudichtenden Bauteilen mit verschraubt. Ein Nachteil ergibt sich dabei aus dem großen Materialverbrauch, da die Dichtung sich über einen recht großen Bereich erstreckt, verglichen mit dem die eigentlichen Abdichtlinien umfassenden Bereich. Bei Bauteilen, die mehrere Fluiddurchgangsöffnungen aufweisen, resultiert ein wesentliches Problem dieses Dichtungstyps aus unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der abzudichtenden Bauteile und der Dichtung. Beim Kaltstart im Winter, also beispielsweise bei -20°C soll das System ebenso dicht sein wie nach längerem Betrieb mit Betriebstemperaturen von über 800°C oder bei Turboladern gar bei über 1000°C. Dem stehen große, die Durchgangsöffnungen verbindende Materialabschnitte entgegen, die eine andere Ausdehnung erfahren als die abzudichtenden Bauteile. Die Positionen der Fluiddurchgangsöffnungen werden also gegeneinander verschoben und es kommt zu Spannungen und/oder Undichtigkeiten. Zudem ist die Anpassung an die Dichtspaltbewegungen stark begrenzt.

[003] Weiter sind aus dem Stand der Technik eingesteckte Rohre mit umlaufenden Prägungen bekannt. Diese dichten verschiedene Fluiddurchgangsöffnungen unabhängig voneinander ab. Sie sind aber sehr aufwändig in ihrer Herstellung und weisen oftmals Präzisionsprobleme auf. Gerade die Herstellung der radial verlaufenden Prägungen ist sehr heikel und oft führen geringe Abweichungen in den Bauteil- oder Dichtungsmaßen zu großen Dichtproblemen. Weiterhin sind die Dichtungen über ihre gesamte Länge den heißen und aggressiven Fluiden, meist Brenngasen ausgesetzt. Zur Vermeidung von Korrosion müssen deshalb extrem hochwertige und somit teure Werkstoffe eingesetzt werden. Bewegen sich beide abzudichtenden Bauteile in unterschiedlichem Maße, so tritt bei mehrflutigen Übergängen eine Zerstörung von Dichtungsrohren auf, da diese der Bewegung nicht folgen können.

[004] Darüber hinaus werden c-, <- und ε-Ring-Profildichtungen in Nuten zur Abdichtung derartiger Dichtungssysteme eingesetzt. Sie sind jedoch nur sehr aufwändig herstellbar. Für eine nahtlose Fertigung ist ein mehrstufiger Herstellungsprozess notwendig, bei dem zudem das Material sehr stark umgeformt wird. Alternativ ist eine Herstellung aus einem zum Ring zu schließenden Blech zwar möglich, hier resultiert jedoch auch bei intensiver Nachbearbeitung immer eine Inhomogenität an der Verbindungsstelle, die als Sollbruchstelle wirken kann und darüber hinaus auch Undichtigkeiten bewirken kann. Darüber hinaus können diese c-, <- und ε-Ringe aufgrund des notwendigen abschließenden Rollierungsprozesses nur in kreisrunder Ausführung hergestellt werden.

[005] Aufgabe der Erfindung ist es entsprechend, ein Dichtungssystem zur Verfügung zu stellen, das eine dauerhafte Dichtwirkung gewährleistet, mit wenig Aufwand reproduzierbar herstellbar ist und von der Passage aggressiver und heißer Medien nur in geringem Ausmaß Verschleiß erfährt.

[006] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit dem Dichtungssystem gemäß Anspruch 1 und der Verwendung des Dichtungssystems gemäß Anspruch 25. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[007] Die Erfindung betrifft also ein Dichtungssystem bestehend aus einem ersten Bauteil, einem zweiten Bauteil und einer metallischen Flachdichtung mit mindestens einer Fluiddurchgangsöffnung, die sich in beide Bauteile hinein oder sogar durch beide Bauteile hindurch erstreckt. Mindestens eines der Bauteile weist eine Nut auf, die die

Fluiddurchgangsöffnung umgibt und in der die metallische Flachdichtung aufgenommen ist. Zumindest radial außerhalb der Nut kommen das erste und zweite Bauteil über ihren gemeinsamen Erstreckungsbereich aufeinander zu liegen. Die Dichtung selbst liegt also nur in der Nut. Die Dichtung kann aus mehreren Lagen oder auch nur aus einer Lage bestehen. Anders als die in Nuten eingelegten Dichtungen des Stands der Technik, also beispielsweise Ringe mit C- oder ε-Profil, sind die Dichtflächen der Lagen der im erfindungsgemäßen Dichtungssystem verwendeten metallischen Flachdichtung in einer Projektion in eine Ebene parallel zur Kontaktfläche von erstem und zweitem Bauteil oder in die Ebene des Nutgrunds an jeder Stelle jeweils einlagig. Optional können lediglich die beiden Ränder der Dichtung hiervon abweichen. Die Dichtflächen weisen also, insbesondere zwischen ihren Rändern, keine Umfalzungen oder Rücksprünge auf, so dass sie einfach durch Umformen, insbesondere mittels Stanzens und Prägens aus einem flachen Metallblech hergestellt werden können. Die Dichtung wird aus diesem Grund als metallische Flachdichtung bezeichnet, auch wenn sie selbst nach der Umformung keinen ebenen Verlauf aufweist. Die Lage oder Lagen der Dichtung ist/sind nämlich nicht eben, sondern weist/weisen in Radialrichtung je nach Betrachtungsrichtung einen An- oder Abstieg auf. Dieser An- oder Abstieg ist im unverpressten Zustand der Dichtung größer als die Nuttiefe, so dass die Dichtung im verpressten Zustand nach unten (Nutboden) als auch nach oben (weiteres Bauteil) eine Dichtwirkung entfaltet. Die Dichtwirkung bleibt in elastischer Form erhalten, da der An- oder Abstieg zwischen dem obersten und dem untersten Punkt eine Durchbiegungs- bzw. Knickstelle aufweist..In einer besonderen Ausführungsform ist hierzu dem An- oder Abstieg eine Wellenform überlagert.

Der Anstieg oder Abstieg weist also beidseits der Durchbiegungs- bzw. der Knickstelle je einen verschieden starken Anstieg oder Abstieg, insbesondere verschiedene Anstiegs-/Abstiegswinkel, auf. Beidseits der Durchbiegungs-/Knickstelle verläuft der Anstieg/Abstieg zumindest abschnittsweise vorteilhafterweise mit jeweils einer konstanten Steigung, beispielsweise über ≥ 10 % der Nutbreite und/oder mit einer Steigung zwischen 30° und 85°.

[008] Eine Nut im Sinne dieser Erfindung muß seitlich nicht beidseitig geschlossen sein, der Begriff Nut schließt auch eine nur einseitig begrenzte Vertiefung ein. Die Nut kann ebenso in nur einem der Bauteile ausgebildet sein oder von beiden Bauteilen gebildet werden. Im unverpressten Zustand weist die Dichtung eine Höhe auf, die größer ist als die Nuttiefe. Die

Dichtung steht also über oder sorgt dafür, dass die Bauteile ohne dass sie miteinander verspannt sind, voneinander beabstandet sind. Im montierten Zustand resultiert hieraus die Vorspannung der Dichtung. Insgesamt erstreckt sich die Dichtung ringförmig, also umlaufend, im Bereich der Nut.

[009] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung zeigen das radial innere und radial äußere Ende der Dichtung in Richtung einer virtuellen Mittenebene der Dichtung, d.h. einer Ebene parallel der Kontaktfläche von erstem und zweitem Bauteil, die auf halber Höhe der Dichtung verläuft. Dies verringert einerseits beim Handhaben der Dichtung die Verletzungsgefahr und sorgt andererseits dafür, dass die Dichtung sich nicht oder nur kaum in die Oberflächen der abzudichtenden Bauteile eingräbt.

[0010] Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die metallische Flachdichtung des Dichtungssystems, gegebenenfalls mit Ausnahme des inneren Randes und/oder des äußeren Randes der Dichtung, keinen Abschnitt aufweist, der senkrecht zur oben genannten Mittenebene oder zur Ebene der Kontaktfläche verläuft. Dies bewirkt, dass die Dichtung über ihren gesamten radialen Verlauf leicht verformt werden kann.

Optional können am inneren Rand und/oder am äußeren Rand der Flachdichtung Abschnitte senkrecht verlaufen, die sich über ≤ 40 %, vorteilhafterweise ≤ 25 %, vorteilhafterweise ≤ 15 % der Höhe der Flachdichtung im unverpressten Zustand oder im verpressten Zustand erstrecken.

[0011] Die Nut selbst kann in nur einem der Bauteile ausgebildet sein oder von beiden Bauteilen gebildet werden. Die Nut, in der die Dichtung aufgenommen ist, kann unmittelbar an die Fluiddurchgangsöffnung angrenzen, so dass sie zu dieser hin offen ist. Dies bringt aber den Nachteil mit sich, dass die Dichtung den heißen und aggressiven Gasen voll ausgesetzt ist. Um dem vorzubeugen, ist es vorteilhaft, wenn die Nut sowohl auf ihrer radial äußeren als auch auf ihrer radial inneren Seite von mindestens einem der Bauteile begrenzt wird, so dass heiße und aggressive Gase nur in geringem Umfang bis zur Dichtung gelangen können. Zudem sorgt die beidseitige Begrenzung der Nut auch noch für eine verbesserte Auflage zwischen beiden Bauteilen. Dies kann sogar zu einem Verkrallen der Ränder der Flachdichtung mit den benachbarten Nuträndern und damit zu einer weiter verbesserten Abdichtung führen. Ragt in die Nut eine Feder des Gegenbauteils, so wird die effektive

Nuthöhe verringert. Bei der Betrachtung der Nuthöhe zählt in diesem Fall nur die effektive Nuthöhe.

[0012] Weiterhin ist es für die Dauerhaltbarkeit des Dichtungssystems bzw. der metallischen Flachdichtung vorteilhaft, wenn die Flachdichtung aus einem Material gefertigt ist, das wenig korrosionsanfällig ist. Hier sind vor allem Stahl, insbesondere Edelstahl, sowie Nickelbasislegierungen zu nennen. Als besondere Form der Nickelbasislegierungen bieten sich insbesondere sogenannte Superlegierungen an, die besonders kriech- und ermüdungsfest sind, da sie bei hohen Temperaturen nicht erweichen, sondern durch Mischkristallbildung und Ausscheidungen gehärtet werden. Beispielhaft ist hier Inconel® alloy 718 zu nennen. Unter den Edelstählen sind austenitische bevorzugt, beispielsweise 1.4828, 1.4301 oder 1.4310.

[0013] Damit die Dichtung im verpressten Zustand ausreichend Ausweichmöglichkeiten hat, ist es bevorzugt, dass sie im unverpressten Zustand in Projektion in die Ebene der Kontaktfläche von erstem und zweitem Bauteil eine radiale Erstreckung aufweist, die geringer ist als die radiale Erstreckung der Nut. Meist wird die Dichtung so ausgelegt, dass der tiefer in die Nut eindringende Rand der Dichtung selbst an den benachbarten Rand der Nut angrenzt oder von diesem Rand Laschen, bevorzugt mindestens zwei, besonders bevorzugt mindestens drei Laschen, an diesen Rand der Nut angrenzten. Am anderen Rand der Dichtung ergibt sich somit bevorzugt ein Abstand zur Nutwand.

[0014] Eine den radialen An- oder Abstieg der Dichtung überlagernde Wellenform weist bevorzugt mindestens zwei Wellen auf, so dass mindestens zwei Wellentäler und zwei Wellenberge entstehen, die in einem stark verpressten Zustand der Dichtung als Dichtlinien wirken können. Die Wellen müssen nicht unbedingt gleichförmig sein, sondern können insbesondere unterschiedliche Höhe und Breite aufweisen. Weiter sind auch Abstände zwischen den Wellen möglich. Anstelle von zwei Wellentälern und zwei Wellenbergen können durch die Überlagerung auch nur ein echtes Wellental und ein echter Wellenberg entstehen, zwischen denen mehrere Wendepunkte als unechte Wellentäler bzw. –berge resultieren.

[0015] Bezüglich der Ausrichtung des An- oder Abstiegs der Dichtung kann es vorteilhaft sein, wenn die radial innen liegende Seite der Dichtung im unverpressten Zustand aus der

Nut herausragt, so dass sie im verpressten Zustand schon als Barriere wirkt, ehe die abzudichtenden Gase auf weiter außen liegende Flächenabschnitte der Dichtung auftreffen können.

[0016] Für eine optimale Dichtwirkung ist es besonders bevorzugt, wenn die metallische Flachdichtung im unverpressten Zustand eine Höhe aufweist, die um mehr als 250 µm, bevorzugt um mehr als 500 µm über die Nut übersteht. Die Dichtung hat also eine um mindestens 250 µm, bevorzugt mehr als 500 µm größere Gesamthöhe als die Nut. Hierdurch ist eine ausreichende Vorspannung ebenso gewährleistet wie eine Verformung im elastischen Bereich. Bezogen auf die Nuttiefe beträgt der Überstand der unverpressten Dichtung mindestens 17%, bevorzugt mindestens 25%.

[0017] Die radiale Erstreckung der Dichtung wird meist durch den für die Ausbildung der Nut zur Verfügung stehenden Platz begrenzt. Typische radiale Erstreckungen betragen zwischen 2 und 5 mm. Bei Großmotoren, beispielsweise Schiffsmotoren, steht mehr Bauraum zur Verfügung, so dass die radiale Erstreckung der Dichtung auch größer sein kann.

[0018] Auch das Ausmaß des An- bzw. Abstiegs der metallischen Flachdichtung gegenüber der Ebene der Kontaktfläche der Bauteile beeinflusst die Rückfederung und somit die Dichtwirkung der metallischen Flachdichtung. Die Obergrenze des maximalen Anstiegs der realen Wellenform ergibt sich dabei werkzeugtechnisch zu ungefähr 85°. Für eine gute Dichtwirkung sollte der maximale Anstieg der realen Wellenform mindestens 30° betragen. Innerhalb des Bereichs von 30 bis 85° sind flachere Winkel bevorzugt, da sie das Rückfederungspotential der Dichtung erhöhen. Unter realer Wellenform soll die tatsächlich vorliegende Form der Dichtung bzw. ein Schnitt durch diese verstanden werden, es wird also die Summe aus Anstieg und überlagerter Welle betrachtet.

[0019] Anders als manche in Nuten einzulegende Dichtungen des Stands der Technik weist die metallische Flachdichtung keine radial verlaufenden Schlitze auf, da sie ohne Überbeanspruchung des Ausgangsmaterials aus einem Metallblech gestanzt und geprägt werden kann. In Projektion in die Kontaktebene der beiden Bauteile ergibt sich eine Ringform mit stetigem Verlauf von der Innen- zur Außenkante.

[0020] In ihrer einfachsten Ausführungsform wird die Dichtung des erfindungsgemäßen Dichtungssystems im Wesentlichen achsialsymmetrisch ausgeführt. Für die automatisierte

Montage wird bevorzugt zumindest eine Markierung angebracht, die das Erkennen von Ober- und Unterseite erlaubt. Noch mehr bevorzugt ist es aber, wenn die Dichtung Positionierungslaschen aufweist, da diese dann auch zu dieser Erkennung genutzt werden können. Die Markierung bzw. die Positionierlaschen sind üblicherweise ausreichend für eine korrekte automatisierte Aufnahme und Ausrichtung der Dichtungen für die Montage, so dass auch ein Transport als Schüttgut problemlos möglich ist. Die Positionierungslaschen zählen nicht zur Dichtfläche, sie können also anders als die anderen Bereiche der Flachdichtung umgefalzt sein.

[0021] Andererseits bietet die metallische Flachdichtung des erfindungsgemäßen Dichtungssystems die Möglichkeit, die Dichtung nicht, wie im Stand der Technik üblich, kreisrund zu fertigen, sondern erlaubt auch die Herstellung anderer, gegebenenfalls in sich geschlossenen Dichtungsgeometrien, insbesondere Ovale, weitere langgestreckte Strukturen oder sonstige abgerundete Formen. Hierbei erhält nicht nur die Aussengeometrie der Dichtung diese Form, sondern bevorzugt auch die Verläufe der jeweiligen Wellenberge und –täler.

[0022] Es ist herstellungstechnisch vorteilhaft, wenn die metallische Flachdichtung nur aus einer einzigen Lage besteht, in der in Schnittbetrachtung dem radialen An- oder Abstieg eine Durchbiegungs-/Knickstelle so überlagert ist, dass die Dichtungslage in Projektion in eine Ebene parallel zur Kontaktfläche der beiden gegeneinander abzudichtenden Bauteile nur aus einer einzigen Schicht besteht, also weder Umfalzungen noch Rücksprünge aufweist.

[0023] Zur Erhöhung des Dichtpotentials ist es hingegen vorteilhaft, wenn die metallische Flachdichtung aus mehreren Lagen besteht, wobei in jeder dieser Lagen der radiale An- oder Abstieg von einer umlaufenden Durchbiegungs-/Knicklinie überlagert wird. Auch hier besteht jede der Lagen bei Projektion in eine Ebene parallel zur Kontaktfläche der beiden gegeneinander abzudichtenden Bauteile jeweils nur aus einer einzigen Schicht. Keine der Lagen weist also Umfalzungen oder Rücksprünge auf.

[0024] Die mehrlagige Dichtung kann einerseits so gestaltet sein, dass die einander benachbarten oder alle Lagen dieselbe An- bzw. Abstiegsrichtung aufweisen und bevorzugt im Wesentlichen näherungsweise parallel zueinander verlaufen. Dabei ist es zum einen möglich, die Lagen unabhängig voneinander herzustellen. Werden die Lagen dabei mit gleicher neutraler Faser hergestellt, grenzen nur die Flanken der Wellenstruktur der

benachbarten Dichtungslagen aneinander an, während es im Bereich von Wellenbergen und –tälern üblicherweise keinen Kontakt zwischen den Lagen gibt, da die aneinander grenzenden Oberflächen einen unterschiedlichen Verlauf aufweisen. Zum anderen ist es möglich, insbesondere wenn die Lagen zusammen geschnitten und umgeformt werden, dass sie im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Dies ist insbesondere bei Bimetalllösungen, also bei Metallverbünden mit zwei Lagen aus unterschiedlichem Metall, insbesondere aus Metallen mit unterschiedlichem thermischen Ausdehnungskoeffizienten, vorteilhaft. Bei dieser Anordnung erhöht sich die Federkraft der Dichtung.

[0025] Die mehrlagige Dichtung kann andererseits so gestaltet sein, dass die Lagen im Wesentlichen spiegelsymmetrisch zueinander ausgelegt sind. Die Dichtungslagen bilden auf diese Weise in Reihe geschaltete elastische Elemente, deren Rückfederung sich gegenseitig verstärkt. Vorteilhafterweise liegen die Dichtungslagen in ihrem Randbereich flächig aufeinander auf. Hierzu ist es bevorzugt, wenn beide Dichtungslagen zueinander parallel verlaufende Randbereiche aufweisen. Für einen einfachen Verbau der Dichtung ist es vorteilhaft, wenn die Dichtungslagen nicht nur aufeinander aufliegen, sondern miteinander verbunden sind. Weist die Dichtung Positionierlaschen auf, ist es vorteilhaft, wenn diese auch zur Lagenverbindung verwendet werden. Dabei kann neben einem Umfalzen der Lasche einer Lage um die Lasche der anderen auch eine Verbindung mittels Punktschweißens erfolgen. Werden die Dichtungslagen hingegen innerhalb ihres Dichtbereichs, d.h. nicht im Bereich der Laschen verbunden, bieten sich insbesondere stoffschlüssige Verbindungen an, bevorzugterweise Schweißen. Dabei ist es bevorzugt, wenn die Lagen umlaufend miteinander dichtgeschweißt werden, etwa mittels Laserschweißen.

[0026] Für das erfindungsgemäße Dichtungssystem gilt, dass die Höhen- und Breitenverhältnisse sowie Winkel innerhalb der Dichtung umlaufend im Wesentlichen konstant sein können oder aber zur Anpassung an die Verhältnisse in den abzudichtenden Bauteilen variieren können.

[0027] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert werden. Diese Zeichnungen dienen lediglich der Illustration bevorzugter Ausführungsbeispiele, ohne dass die Erfindung auf diese beschränkt wäre. Auch einzelne Elemente einzelner Beispiele können vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung. auch unabhängig von den weiteren Merkmalen des jeweiligen Beispiels darstellen. In den Figuren bezeichnen gleiche oder

ähnliche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Teile, sie sind aber zur Vermeidung von Wiederholungen nicht notwendigerweise bei der Beschreibung jedes Ausführungsbeispiels explizit genannt.

[0028] In den Zeichnungen zeigen schematisch:

Figur 1: ein erstes Bauteil eines erfindungsgemäßen Dichtungssystems;

Figur 2: in zwei Teilfiguren 2-a und 2-b ein Dichtungssystem des Stands der Technik;

Figur 3: das erfindungsgemäße Dichtungssystem in vier Teilfiguren;

Figur 4: in zwei Teilfiguren zwei unterschiedliche Ausführungsformen einer metallischen Flachdichtung eines erfindungsgemäßen Dichtungssystems;

Figuren 5 und 6: zwei Schrägansichten von Schnitten durch metallische Flachdichtungen eines erfindungsgemäßen Dichtungssystems;

Figuren 7 bis 10: Schnittansichten durch metallische Flachdichtungen erfindungsgemäßer Dichtungssysteme;

Figur 11: eine Draufsicht auf eine metallische Flachdichtung aus einem erfindungsgemäßen Dichtungssystem mit ovaler Geometrie;

Figuren 12 und 13: Schnittansichten zweilagiger Dichtungen des erfindungsgemäßen Dichtungssystems;

Figur 14: eine Schnittansicht einer Dichtung des erfindungsgemäßen Dichtungssystems; und

Figur 15: eine Schnittansicht durch ein erfindungsgemäßes Dichtungssystem.

[0029] Figur 1 zeigt als erstes Bauteil eines erfindungsgemäßen Dichtungssystems einen Flansch 2 mit zwei Fluiddurchgangsöffnungen 22. Die beiden Fluiddurchgangsöffnungen 22 werden jeweils und unabhängig voneinander von einer ringförmigen Nut 20 sowie einen die Nut 20 gegenüber der Fluiddurchgangsöffnung 22 abschirmenden Bund 21 umgeben. Darüberhinaus weist der Flansch mehrere Durchgangsöffnungen 23 für Befestigungsmittel

auf. Die die Durchgangsöffnungen 23 für Befestigungsmittel umgebenden Randabschnitte sind in der geraden Draufsicht anders als die die Fluiddurchgangsöffnungen umgebenden Randabschnitte 24 nicht zu sehen, da letztere im vorliegenden Beispiel relativ zur Ebene des Flansches 2 geknickt, d.h. mit einem von 90° abweichenden Winkel verlaufen, während die Durchgangsöffnungen 23 für Befestigungsmittel einen Winkel von 90° aufweisen.

[0030] In Figur 2 ist in Teilfiguren 2-a und 2-b ein Dichtungssystem des Stands der Technik sowohl in einer Schnittdarstellung der isolierten Dichtung 101 als auch in einer Schnittdarstellung des gesamten Dichtungssystems mit beiden an die Dichtung 101 angrenzenden Bauteilen 2,3 im unverpressten Zustand dargestellt. Die Dichtung 101 besteht hier aus zwei ineinander greifenden C-förmigen Ringprofilen 101a, 101b aus Metallblech. Im dargestellten unverpressten Zustand steht die Dichtung mit einer Höhe HU über die Nuthöhe über. Die Durchgangsöffnungen für Befestigungsmittel verlaufen hier in einer anderen Schnittebene als der dargestellten durch die Bauteile 2,3. Derartige C-Ringe lassen sich grundsätzlich mit zwei unterschiedlichen Verfahren herstellen. Wird ein runder, glatter Blechabschnitt in mehreren Tiefziehschritten zu einem C-Ring geformt, so entsteht nach einem abschließenden Rollierungsschritt ein nahtstellenfreier C-Ring, der den technischen Anforderungen genügt. Der mehrstufige Herstellprozess ist allerdings derart aufwändig, dass die hiermit verbundenen Kosten für einen Massenartikel nicht akzeptabel sind. Die Herstellung aus einem nachträglich zum Ring geschlossenen Blech ist zunächst kostengünstig. Es bleibt aber eine Verbindungsstelle, die eine ansonsten homogen umlaufende Dichtlinie unterbricht und zudem eine größere Rauigkeit aufweist. Die Verbindungsstelle kann deshalb zu Dichtproblemen führen. Verschiedene Methoden wurden verwendet, um diesen entgegenzutreten, so auch die hier dargestellte Kombination zweier C-Ringe mit gegeneinander versetzten Nahtstellen. Je mehr Aufwand für das Glätten der Verbindungsstelle betrieben wird, desto höher die Kosten für die Dichtung. Aber auch mit sehr großem Aufwand gelingt es nicht, die Verbindungsstelle unkenntlich zu machen.

[0031] In Figur 3 ist in drei Teilfiguren 3-a bis 3-c jeweils ein erfindungsgemäßes Dichtungssystem im Querschnitt dargestellt. Die vierte Teilfigur 3-d zeigt einen vergrö0erten Ausschnitt aus Figur 3-b. Das Dichtungssystem besteht jeweils aus zwei gegeneinander abzudichtenden Bauteilen 2 und 3, einer von mindestens einem dieser Bauteile gebildeten Nut 20 sowie einer in dieser Nut 20 aufgenommenen Dichtung 1. Die Dichtung besteht dabei

aus einer einzigen metallischen Blechlage und umschließt die Fluiddurchgangsöffnung 22 ringförmig. Die Dichtung 1 ist wellenförmig ausgebildet. Damit weist sie auch mindestens eine Stelle auf, zu deren beiden Seiten Anstieg bzw. Abstieg der Dichtung verschieden sind. Die in Figuren 3-a und 3-b gezeigten Ausführungsformen der Dichtung 1 unterscheiden sich lediglich dadurch, dass die Nut 20 zur Aufnahme der Dichtung in Figur 3-b unmittelbar in Bauteil 2 eingeformt ist, während sich die Nut in Figur 3-a dadurch ergibt, dass die Stufungen 20a und 30a in den Bauteilen 2 und 3 gegeneinander versetzt sind. Wieder liegen die Durchgänge für Befestigungsmittel in anderen Ebenen als der geschnittenen.

[0032] Figur 3-c unterscheidet sich von Figur 3-b dadurch, dass in Figur 3-c der montierte Zustand mit einer verpressten Dichtung 1 dargestellt ist, während Figur 3-b den Zustand nach Aufeinanderfügen aber vor dem Anziehen der Schrauben demonstriert. In Figur 3-c ist verdeutlicht, dass der markierte, nicht terminale Wellenberg S ebenso wie das markierte, nicht terminale Wellental T auch im verpressten Zustand der Dichtung 1 nicht zur Anlage an den Oberflächen 25, 35 der Bauteile 2, 3 kommen. Sie bilden also keine weiteren Dichtlinien, sondern die wellenförmige Gesamtform verleiht der Dichtung 1 optimale Federeigenschaften.

[0033] Erfindungswesentlich ist, dass die einlagige Dichtung 1 einen über ihre radiale Erstreckung nach außen ansteigenden Verlauf aufweist, dem im vorliegenden Beispiel eine Wellenform überlagert ist. Der Gesamtanstieg im nicht verpressten Zustand ist dabei größer als die Nuttiefe HN, wie in Figur 3 leicht ersichtlich ist. Der vergrößerte Ausschnitt B aus Figur 3-b in Figur 3-d verdeutlicht, dass die jeweiligen Endabschnitte 12, 13 ins Dichtungsinnere bzw. in Richtung der entgegengesetzten Auflageebene der Dichtung zeigen. Im dargestellten Schnitt ist zudem gut erkennbar, dass, wenn die Flachdichtung 1 z.B. von oben auf eine Ebene parallel zur Ebene der Kontaktfläche 32 der beiden Bauteile 2 und 3 projiziert wird, immer nur ein Blechabschnitt vorhanden ist. Die Dichtung weist also keinerlei umgefalzte Bereiche oder radiale Rücksprünge auf.

[0034] Dies ergibt sich auch aus der Draufsicht in Figur 4-a. Dort ist weiterhin erkennbar, dass die Dichtung 1 einen relativ stark strukturierten mittleren Bereich 14 zwischen zwei weniger strukturierten Endabschnitten 12, 13 aufweisen kann. Die Ausführungsform nach Figur 4-b unterscheidet sich von der nach Figur 4-a durch die zusätzlich vorhandenen Haltenasen 19. Diese springen vom Innenrand der Dichtung vor und weisen eine

abgerundete Form auf. Die Größe der Haltenasen 19 wird vorteilhafterweise so gewählt, dass die Haltenasen am zur Fluiddurchgangsöffnung zeigenden Rand der Nut 20 anliegen. Sie sind vorzugsweise sehr schmal und werden beim Einführen in die Nut 20 ein wenig verbogen, so dass sie eine leichte Vorspannung gegenüber der Nutwand aufweisen und dadurch gegen Herausfallen gesichert sind. Die Anzahl der Haltenasen kann zwischen zwei und sechs variieren, wobei drei Haltenasen bevorzugt sind. Die Haltenasen 19 werden dann am Innenrand der Dichtung 1 vorgesehen, wenn im unverpressten Zustand des Dichtungssystems der Innenrand der Dichtung in die Nut 20 eintaucht. Taucht dagegen nur der Aussenrand der Dichtung 1 im unverpressten Zustand in die Nut 20 ein, werden die Haltenasen bevorzugt am Aussenrand vorgesehen.

[0035] Figuren 5 und 6 verdeutlichen nochmals typische radiale und umlaufende Verläufe der Dichtungen des erfindungsgemäßen Dichtungssystems. Die Endabschnitte 12, 13 weisen immer in Richtung der Dichtungsmittenebene. Dies beugt einerseits Eingrabungen vor, erlaubt andererseits jedoch auch, die elastische Wirkung des jeweiligen endständigen Wellenbergs oder –tals voll auszuschöpfen.

[0036] Figuren 7 bis 10 illustrieren typische Schnitte durch isoliert dargestellte Dichtungen 1 des erfindungsgemäßen Dichtungssystems. Figuren 7 und 8 weisen jeweils zwei Wellenberge S1, S2 und Wellentäler T1, T2 auf. In Figur 9 gibt es neben echten Bergen und Tälern S, T in der Nähe der Endabschnitte 12, 13 noch Wendepunkte W als Durchbiegungs- bzw. Knickstellen. Die Ausführungsform nach Figur 10 zeichnet sich dagegen durch je drei Wellenberge und –täler S1, S2, S3, T1, T2, T3 aus. Alle Dichtungen weisen einen Anstieg von innen nach außen auf. Anstiegswinkel werden hier mit α, Abstiegswinkel mit β bezeichnet. Steigt der radiale Verlauf der Dichtung von Innen nach Außen dagegen ab, so bezeichnet α einen Abstiegswinkel und β einen Anstiegswinkel.

[0037] Figur 7 zeigt also die metallische Flachdichtung aus einem erfindungsgemäßen Dichtungssystem wie etwa einem der in Figur 3 dargestellten. Die Dichtung weist eine Gesamthöhe HG auf. Sie wird trotz ihres nicht ebenen Verlaufs als metallische Flachdichtung bezeichnet, da sie nur mittels Stanzens und Prägens aus einem ebenen Blech geformt wird. Der Anstieg der Dichtung über ihre radiale Erstreckung ER beträgt HA. Dem ansteigenden Verlauf ist dabei eine Wellenform mit zwei Wellenbergen S1, S2 und Wellentälern T1, T2 überlagert. Während die beiden aufsteigenden Abschnitte jeweils einen Anstiegswinkel α

von 60-70° aufweisen, steigt der dazwischen liegende Abschnitt nur wenig ab, nämlich mit einem Winkel β von 20-25°. Die Anstiegswinkel sind hier also mehr als doppelt so groß als der Abstiegswinkel. In keinem Abschnitt der Dichtung wird ein Winkel von 90° relativ zu einer Ebene parallel der Mittenebene M erreicht oder gar überschritten. Es gibt also keinen umgefalzten Bereich. Es ist darüber hinaus deutlich zu erkennen, dass die beiden Endabschnitte 12, 13 zur Mittenebene M der Dichtung 1 auf halber Höhe der Gesamthöhe HG weisen.

[0038] Die Ausführungsform gemäß Figur 8 unterscheidet sich von der der Figur 7 vor allem durch noch steilere Anstiegswinkel α, die hier zwischen 70 und 80° betragen. Auch der Winkel β des absteigenden Abschnitts ist mit 28° etwas steiler als im vorhergehenden Beispiel. Wieder sind die Anstiegswinkel α mehr als doppelt so groß wie der Abstiegswinkel β. Während der absteigende Winkel des äußeren Endabschnitts 13 deutlich steiler ist als zuvor und auch als der Winkel β verläuft, so ist der ansteigende Winkel des inneren Endabschnitts 12 wesentlich geringer als der des vorhergehenden Beispiels und auch als der Winkel α.

[0039] Im Beispiel der Figur 9 sind nur ein Wellenberg S und ein Wellental T zu erkennen. Dazwischen liegen zwei signifikante Wendepunkte W1, W2, zwischen denen sich ein relativ langer, gerader Abschnitt A schräg nach oben erstreckt. Es gibt also keinen effektiv absteigenden Bereich. Die dem Anstieg überlagerte Welle ist hier nicht periodisch strukturiert. Die Winkel α1 und α2 sind hier beinahe identisch und betragen zwischen 78 und 81°. Viel steilere Winkel sind werkzeugtechnisch nicht in einem einzigen Prägeschritt herstellbar. Der maximal mögliche Winkel beträgt etwa 85°. Der langestreckte Abschnitt zwischen den Wendepunkten steigt dagegen mit einem Winkel von ca. 23° an. Wieder zeigen die Endabschnitte 12, 13 zur Mittenebene M.

[0040] Die in Figur 10 im Schnitt dargestellte metallische Flachdichtung weist gegenüber den vorangegangenen Ausführungsformen eine größere Anzahl Wellenperioden auf. Es ergeben sich dabei jeweils drei Wellenberge S1, S2, S3 und –täler T1, T2, T3. Die Anstiegswinkel α betragen hier alle zwischen 60 und 75°, wobei der Winkel von innen nach außen minimal zunimmt: $\alpha 3 < \alpha 2 < \alpha 1$. Die beiden Abstiegswinkel β sind hier im Wesentlichen identisch und betragen rund 22°. Wieder weisen die Endabschnitte 12, 13 zur Mittenebene M der Dichtung. Durch die größere Anzahl Wellen weist die Ausführungsform der Figur 10 eine

größere Elastizität als die vorhergehenden Beispiele auf. Allerdings erfordert sie aufgrund ihrer größeren radialen Erstreckung ER auch mehr Bauraum, d.h. eine breitere Nut. Ob eine derart große Anzahl Wellen also tatsächlich eingesetzt werden kann, hängt vom jeweiligen Einzelfall ab.

[0041] Sämtliche Querschnitte 7 bis 10 von metallischen Flachdichtungen des erfindungsgemäßen Dichtungssystems zeigen, dass diese keine über den Anstieg und die Wellenform hinausgehende Profilierung aufweisen. Es tritt keine beabsichtigte Variation der Blechstärke auf, weder wie dargestellt in radialer Erstreckungsrichtung, noch umlaufend.

[0042] Figur 11 demonstriert anhand einer Draufsicht auf eine Dichtung mit einem ovalen Grundkörper, dass es ohne beträchtlichen Mehraufwand möglich ist, von der Kreisform abweichende Dichtungsformen für erfindungsgemäße Dichtungssysteme herzustellen, schließlich wird die Dichtung nur ausgestanzt und geprägt. Die Form richtet sich üblicherweise nach der Form der Nut. Es ist bevorzugt, wenn Innen- und Außenrand konzentrisch zueinander verlaufen und auch der Verlauf der Wellenberge und –täler hierzu konzentrisch ist.

[0043] Figuren 12 und 13 zeigen Schnittansichten von zweilagigen Dichtungen 1 des erfindungsgemäßen Dichtungssystems. Beide dargestellten Dichtungen bestehen jeweils aus zwei Lagen 1a, 1b. In Figur 12 wirken in beiden Teilfiguren die beiden Lagen 1a, 1b so zusammen, dass sie im wesentlichen parallel zueinander verlaufen, wobei sie vom Innenrand 13 zum Außenrand 12 insgesamt jeweils einen Anstieg aufweisen. Die Dichtungen berühren sich in Figur 12-a allerdings nur in ihrem Flankenbereich F1, F2, F3, die Wellenberge und –täler sind im unverpressten Zustand voneinander beabstandet. Beim Verpressen der Dichtung wird dieser Abstand ausgenutzt und die Dichtungslagen 1a, 1b nähern sich einander an. Diese zweilagige Ausführungsform zeichnet sich durch eine höhere Pressung als die zuvor beschriebenen einlagigen Ausführungsformen aus. Es ist auf diese Art auch möglich, zwei dünnere Bleche anstatt eines dicken Blechs zu verwenden. In Figur 12-b liegen die beiden Metalllagen 1a, 1b unmittelbar aufeinander, beispielsweise weil sie schon aus einem doppelt liegenden Blech gefertigt wurden. Diese Variante ist insbesondere bei Bimetalllösungen bevorzugt, bei denen zwei Metalle mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zusammenwirken.

[0044] Figur 13 stellt eine zweilagige Ausführungsform der Dichtung dar, bei der die Lagen 1a, 1b anders als in Figur 12 nicht parallel zueinander verlaufen, sondern im Wesentlichen spiegelverkehrt. Benachbart zu ihrem Innenrand 13 weisen beide Dichtungslagen 1a, 1b einen geraden Bereich 40 auf, in dem beide Lagen parallel zueinander verlaufen und aufeinander aufliegen. Weiter in Richtung des Außenrandes 12 entfernen sich die beiden Dichtungslagen 1a, 1b voneinander. Die obere Lage 1a steigt insgesamt an, während die untere Lage 1b einen Abstieg erfährt. Es ergeben sich dabei in der oberen Lage 1a zwei Wellenberge S1a, S2a mit einem Wellental T1a dazwischen und in der unteren Lage 1b zwei Wellentäler T1b, T2b mit einem Wellenberg S1b dazwischen. Zur einfacheren Handhabung der Dichtung 1 liegen die beiden Lagen 1a, 1b nicht nur aufeinander, sondern sind miteinander mittels Schweißen verbunden. Es ist dabei für die Dichtigkeit des Dichtungssystems vorteilhaft, wenn die Schweißung 50 umlaufend dicht erfolgt. Durch die Kombination der beiden Dichtungslagen ergibt sich insgesamt eine Reihenschaltung und somit eine Verstärkung von deren Federwirkung.

[0045] Sowohl für die Ausführungsformen nach Figur 12 als auch die nach Figur 13 gilt, dass die Erfindung nicht auf ein- und zweilagige Dichtungen beschränkt ist, sondern grundsätzlich noch weitere Lagen umfassen kann.

[0046] Für alle gezeigten Ausführungsformen gilt, dass die Höhen- und Breitenverhältnisse sowie Winkel innerhalb der Dichtung 1 umlaufend im Wesentlichen konstant sein können oder aber zur Anpassung an die Verhältnisse in den Bauteilen 2, 3 variieren können.

Figur 14 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Dichtung 1. Diese ist ähnlich zu derjenigen der Figur 9 ausgebildet, wobei jedoch lediglich ein Wendepunkt W vorgesehen ist. Benachbart zu diesem Wendepunkt W weist die Steigung der Dichtung 1 unterschiedliche Steigungswinkel auf. Zwischen dem Rand 13 und dem Wendepunkt W, der auch als Knickstelle oder Biegung bezeichnet werden kann, beträgt der Steigungswinkel α_1 29°. Im weiteren Verlauf der Dichtung zwischen dem Wendepunkt W und dem Ende 12 der Dichtung 1 beträgt der Steigungswinkel α_2 83°. α_2 ist also erheblich größer als α_1. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform der Dichtung 1 ist die Steigung über Großteile der Dichtung benachbart zu dem Wendepunkt W jeweils konstant gehalten.

Figur 15 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Dichtung in einem erfindungsgemäßen Dichtungssystem, wobei die Dichtung 1 zwischen zwei Bauteilen 2 und 3 in eine Nut 22 eingelegt ist und dort abdichtet. Diese Dichtung ähnelt derjenigen in Figur 3d, wobei der Verlauf des Schnitts von innen nach außen in Figur 15 im Wesentlichen dem Verlauf des Schnitts der Figur 3d von außen nach innen entspricht.

Die Dichtung 1 ist hier so ausgeführt, dass sie sich beim Zusammenpressen zwischen dem Nutboden der Nut 22 und der Oberfläche des Bauteils 3 an ihrem Ende 13 in das Material des Bauteils 2 verkrallt und hierdurch eine zusätzliche Dichtlinie ausgebildet wird.

Patentansprüche

1. Dichtungssystem enthaltend oder bestehend aus
einem ersten Bauteil (2) und einem zweiten Bauteil (3)
wobei das erste Bauteil (2) und das zweite Bauteil (3) an einer gemeinsamen Kontaktfläche aneinander angeordnet sind und eine Fluiddurchgangsöffnung (22) aufweisen, die in das erste und zweite Bauteil (2, 3) hineinragt,
einer ringförmigen Nut (20) im ersten und/oder zweiten Bauteil, die die Fluiddurchgangsöffnung (22) umgibt und an die Kontaktfläche (32) von erstem und zweitem Bauteil (2, 3) angrenzt oder über diese hinwegragt, wobei das erste und das zweite Bauteil (2, 3) im Bereich außerhalb der Nut (20) aufeinander zu liegen kommen,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine metallische Flachdichtung (1), die sich ringförmig in der Nut (20) erstreckt, wobei die metallische Flachdichtung (1) mindestens eine metallische Lage (1a, 1b) aufweist und jede ihrer Lagen (1a, 1b) im unverpressten oder verpressten Zustand in einer Projektion in eine Ebene parallel zur Kontaktfläche (32) von erstem und zweitem Bauteil (2, 3) oder in die Ebene des Nut grundes an jeder Stelle, gegebenenfalls mit Ausnahme ihres inneren und/oder äußeren Randes, nur eine Schicht aufweist, und
die metallische Flachdichtung insgesamt oder jede ihrer Lagen (1a, 1b) im unverpressten Zustand in Radialrichtung einen An- oder Abstieg (HA) größer der Nuttiefe (HN) aufweist, der zwischen dem obersten und dem untersten Punkt eine Durchbiegung bzw. Knickstelle aufweist.

2. Dichtungssystem gemäß dem vorangehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1), gegebenenfalls

mit Ausnahme ihres inneren Randes und/oder äußeren Randes, keinen Abschnitt aufweist, der senkrecht zur Kontaktfläche von erstem und zweitem Bauteil (2, 3) verläuft.

3. Dichtungssystem gemäß dem vorangehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass am inneren Rand und/oder am äußeren Rand der Flachdichtung verlaufende Abschnitte, die senkrecht zur Kontaktfläche von erstem und zweitem Bauteil (2,3) verlaufen, sich über ≤ 40 %, vorteilhafterweise ≤ 25 %, vorteilhafterweise ≤ 15 % der Höhe der Flachdichtung im unverpressten Zustand oder im verpressten Zustand erstrecken.

4. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flachdichtung einen An- oder Abstieg aufweist, dem eine Wellenform überlagert ist.

5. Dichtungssystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung mit ihrem obersten Punkt sich gegen das obere Bauteil und mit ihrem untersten Punkt gegen die Sohle der Nut abstützt und zwischen diesen beiden Punkten elastisch federnd verpreßt wird.

6. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der innere und der äußere Endabschnitt (12, 13) der metallischen Flachdichtung (1) bezogen auf ihre Höhe jeweils zur Mittenebene (M) der Dichtung (1) zeigen.

7. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nut (20) sowohl auf ihrer radial inneren als auch auf ihrer radial äußeren Seite von mindestens einem der Bauteile (2, 3) begrenzt wird.

8. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) im unverpressten Zustand in Projektion in die Kontaktfläche von erstem und zweitem Bauteil eine radiale Erstreckung (ER) aufweist, die geringer als die radiale Erstreckung der Nut (EN) ist.

9. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung insgesamt (1) oder jede ihrer Lagen (1a, 1b) über ihre radiale Erstreckung (ER) mindestens zwei Wellen aufweist.

10. Dichtungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung insgesamt (1) oder jede ihrer Lagen (1a, 1b) über ihre radiale Erstreckung (ER) nur einen Wellenberg (S) und ein Wellental (T) aufweist und dazwischen entweder einen stetigen An- oder einen stetigen Abstieg aufweist, wobei sich die An- bzw. Abstiegswinkel (α, β) über den stetigen Bereich ändern.

11. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) im unverpressten Zustand eine Höhe (HG) aufweist, die um mindestens 250 µm, bevorzugt um mindestens 500 µm größer ist als die Nuthöhe (HN).

12. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die radiale Erstreckung (ER) der metallischen Flachdichtung (1) im unverpressten Zustand in Projektion in die Ebene der Kontaktfläche (32) zwischen 2 und 5 mm beträgt.

13. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der maximale Anstieg der Flachdichtung, bezogen auf die Kontaktfläche zwischen den beiden Bauteilen im un-

verpressten Zustand oder im verpressten Zustand zwischen 30° und 85°, vorteilhafterweise zwischen 80° und 85°, beträgt.

14. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstieg beidseitig zu der Durchbiegung bzw. Knickstelle unterschiedliche Anstiegswinkel bezogen auf die Kontaktfläche aufweist.

15. Dichtungssystem gemäß dem vorangehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstieg beidseitig zu der Durchbiegung bzw. der Knickstelle jeweils über ≥ 10 %, vorteilhafterweise ≥ 20 %, vorteilhafterweise ≥ 30 % der Nutbreite konstant ist.

16. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) bezüglich ihrer äußeren Form achsialsymmetrisch ist und gegebenenfalls insbesondere keine radialen Schlitze aufweist.

17. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß längs des Umfangs der metallischen Flachdichtung (1) mindestens eine, sich in radialer Richtung erstreckende Schweißnaht angeordnet ist.

18. Dichtungssystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) an ihrem Innen- und/oder Außenrand mindestens zwei Positionierungsvorrichtungen, insbesondere mindestens zwei, bevorzugt drei Laschen (19) aufweist.

19. Dichtungssystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) bezüglich ihrer äußeren Form, insbesondere bezüglich ihres äußeren Randes

und/oder ihres inneren Randes, eine von der Kreisform abweichende Geometrie aufweist.

20. Dichtungssystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) aus mindestens zwei Lagen (1a, 1b) besteht, wobei die Lagen (1a, 1b) in Radialrichtung jeweils entweder einen der Wellenform überlagerten Anstieg oder Abstieg aufweisen und sich zumindest im Flankenbereich (F1, F2, F3) jeweils berühren.

21. Dichtungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) aus mindestens zwei Lagen (1a, 1b) besteht, wobei der radiale Verlauf zweier benachbarter Lagen im Wesentlichen spiegelverkehrt zueinander ist und sich die Lagen im unverpressten Zustand nur in einem umlaufenden Bereich (40) berühren und bevorzugt in diesem Bereich miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschweisst (50) oder mittels Umfalzen der Positionierungslaschen (19) um Positionierungslaschen einer anderen Lage verbunden sind.

22. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) aus mindestens zwei Lagen (1a, 1b) besteht, wobei mindestens zwei der Lagen (1a, 1b) aus unterschiedlichem Material, insbesondere aus Metallen mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten bestehen oder diese enthalten.

23. Dichtungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) aus genau einer Lage besteht.

24. Dichtungssystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Flachdichtung (1) insgesamt oder eine ihrer Lagen (1a, 1b) aus einem Stahl, insbesondere einem Edelstahl, oder einer Nickelbasislegierung, insbesondere einer sogenannten Superlegierung, besteht oder diese enthalten.

25. Verwendung eines Dichtsystems gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs.

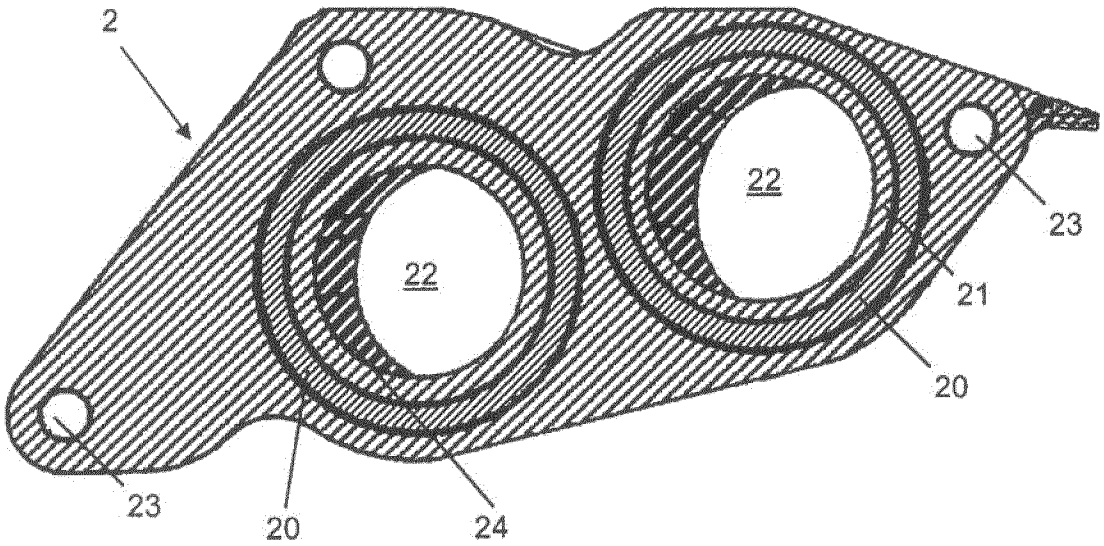


Fig. 1

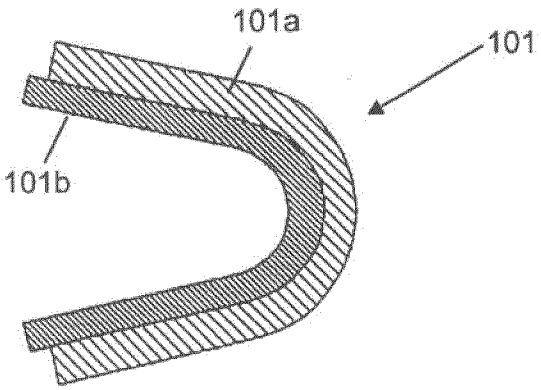


Fig. 2-a

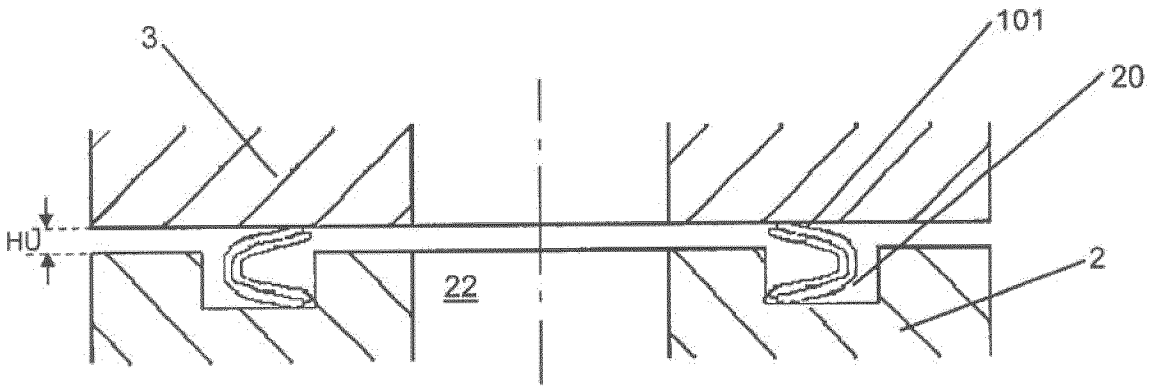


Fig. 2-b

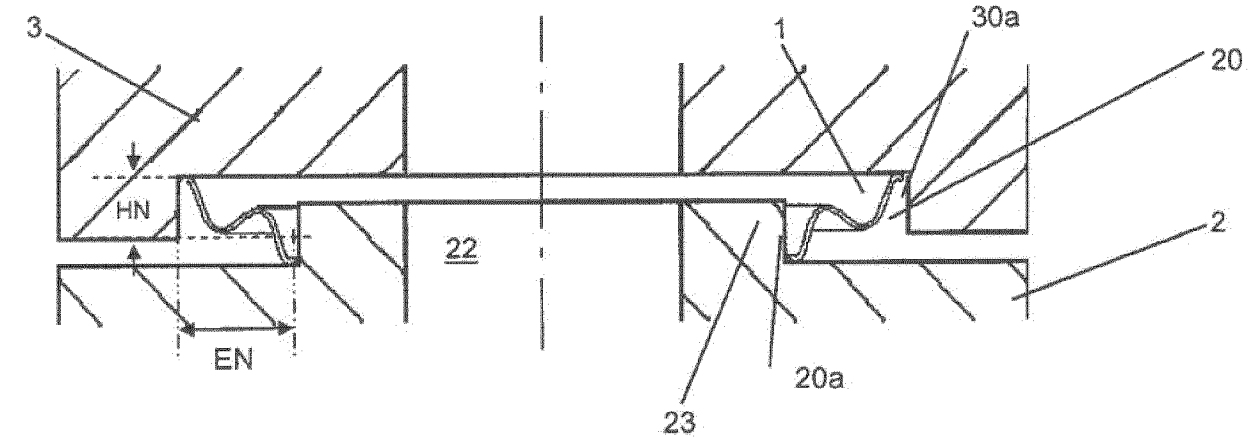


Fig. 3-a

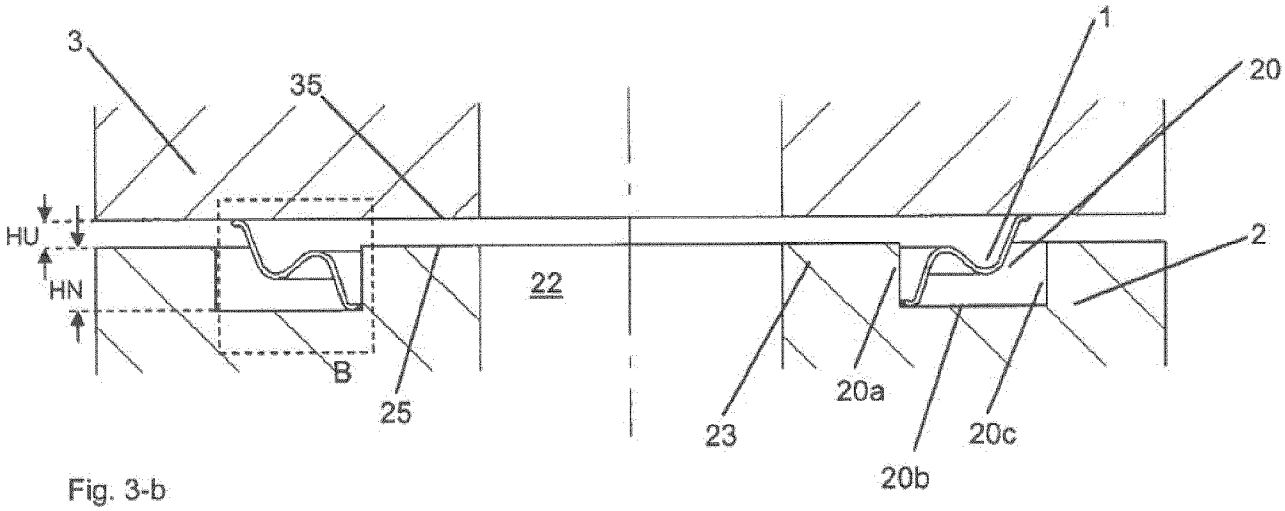


Fig. 3-b

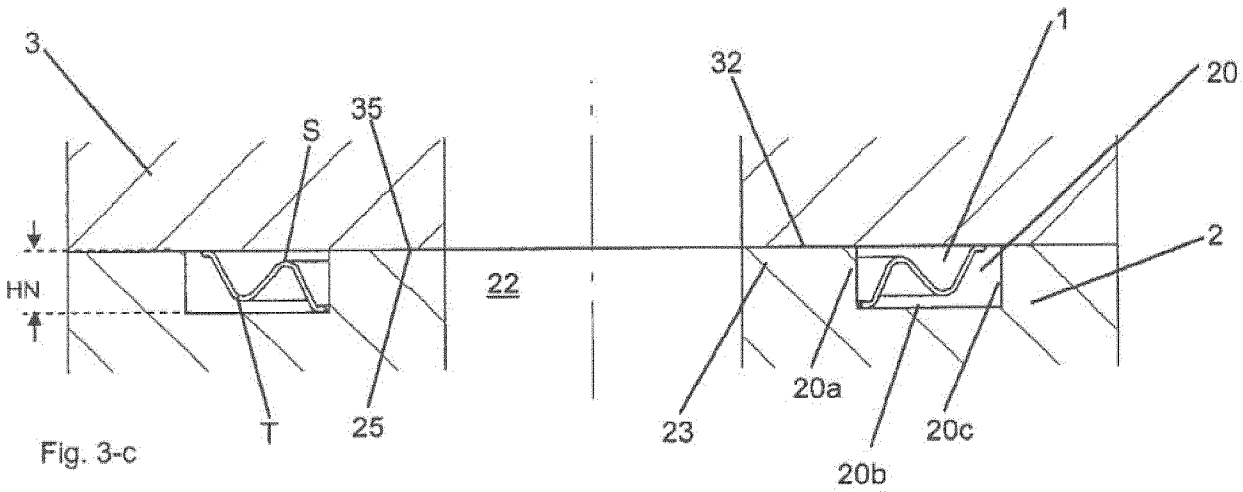


Fig. 3-c

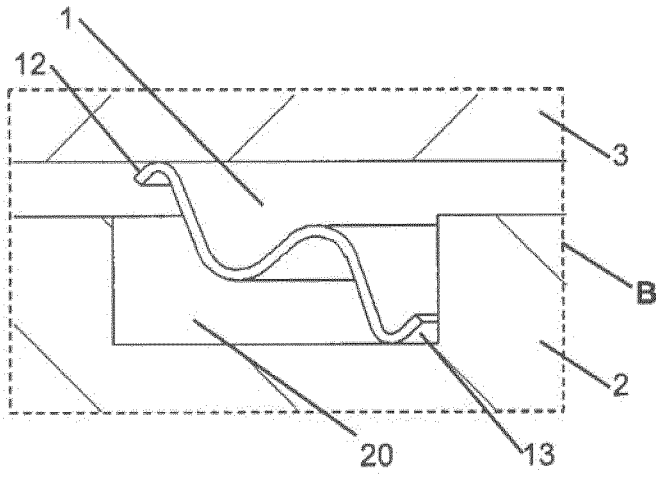


Fig. 3-d

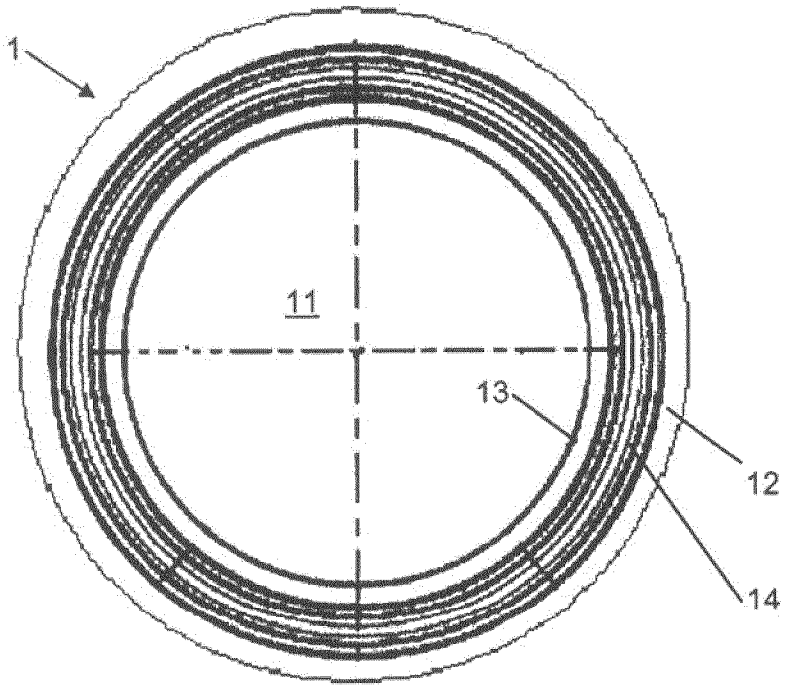


Fig. 4-a

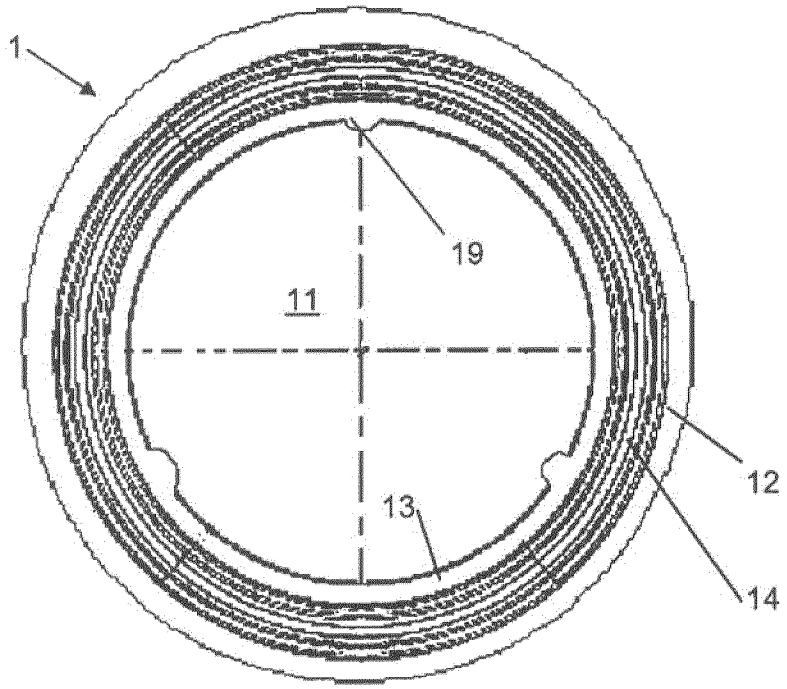


Fig. 4-b

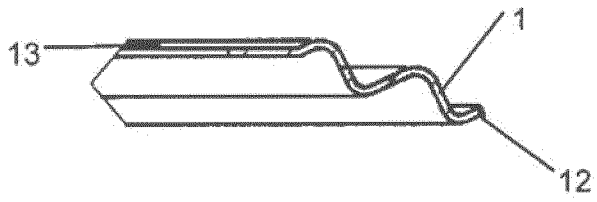


Fig. 5

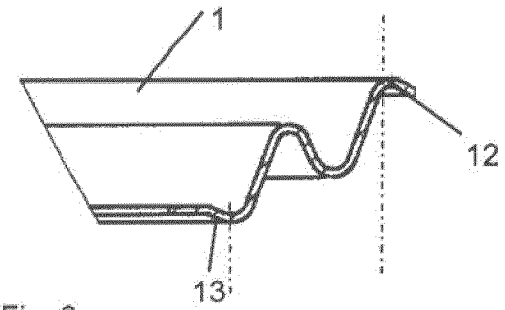


Fig. 6

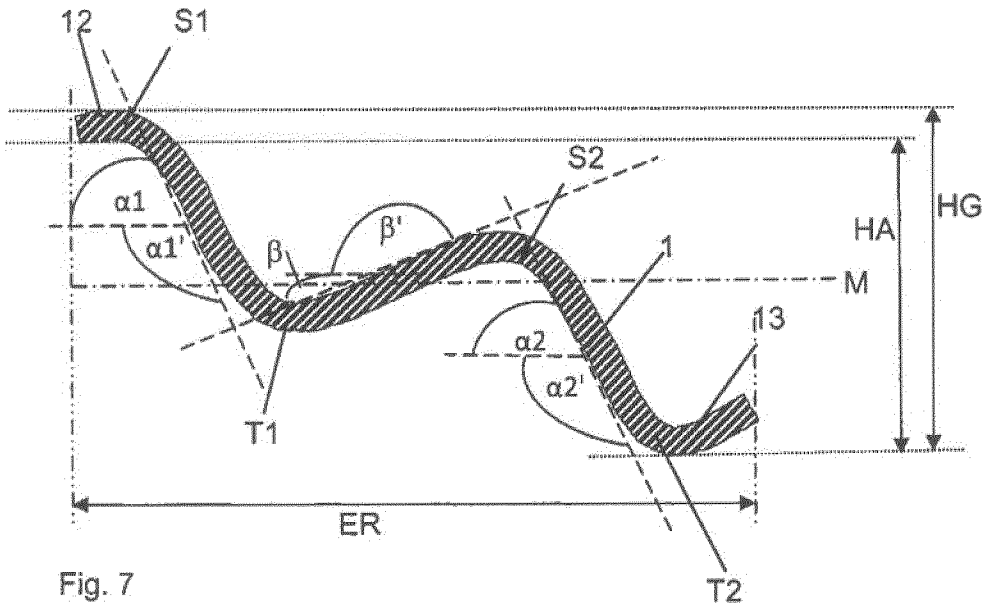

12
S1
S2
α1
α1'
β
β'
1
M
HA
HG
13
α2
α2'
T1
ER
T2

Fig. 7

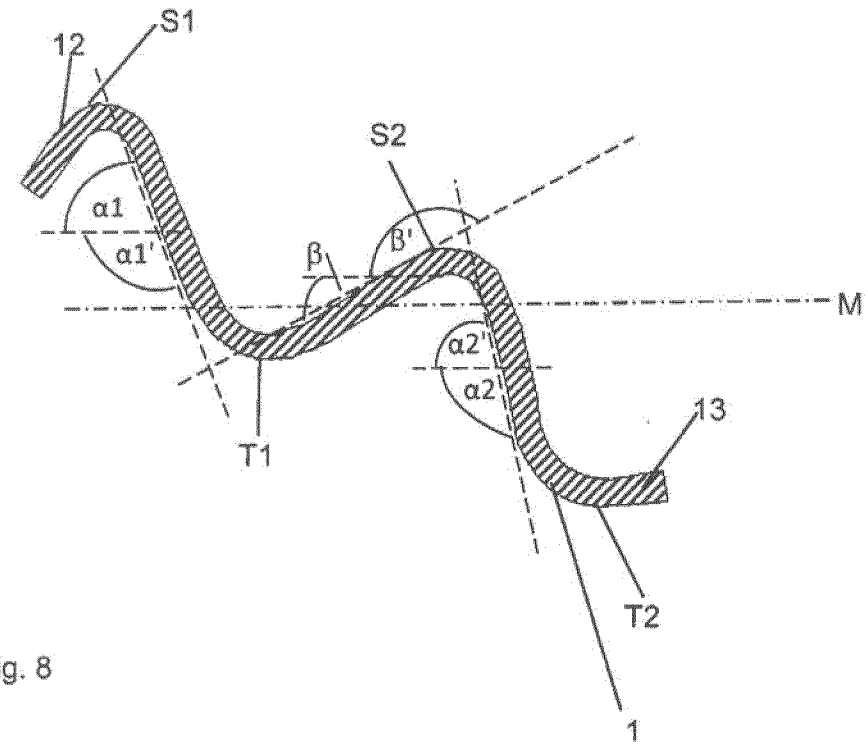

S1
12
S2
α1
α1'
β
β'
M
α2'
α2'
13
T1
T2
1

Fig. 8

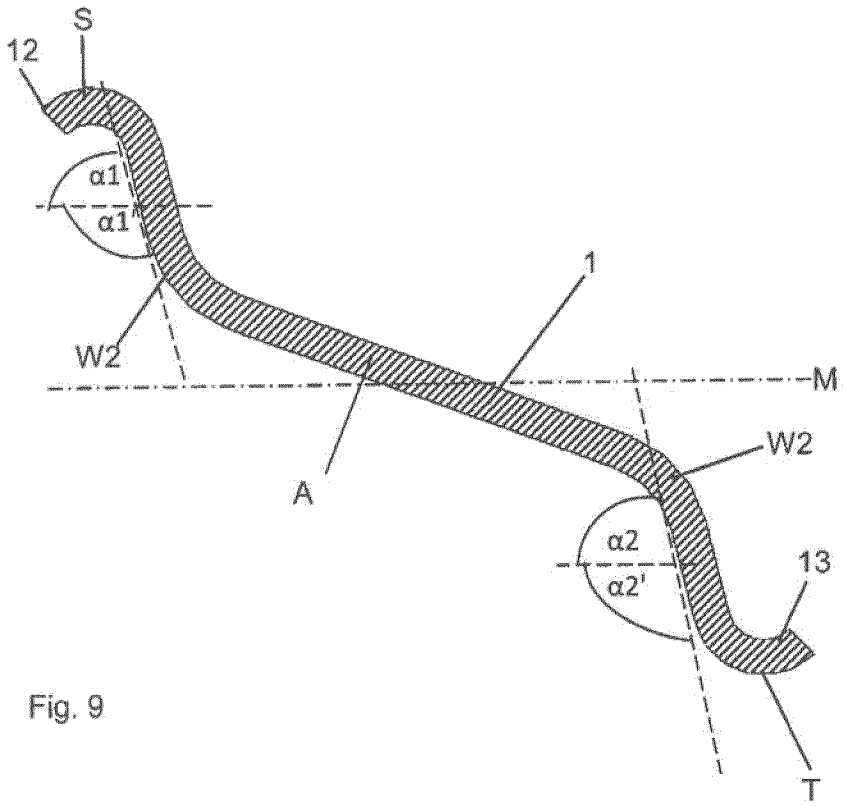

S
12
α1
α1'
1
W2
M
W2
A
α2
α2'
13
T

Fig. 9

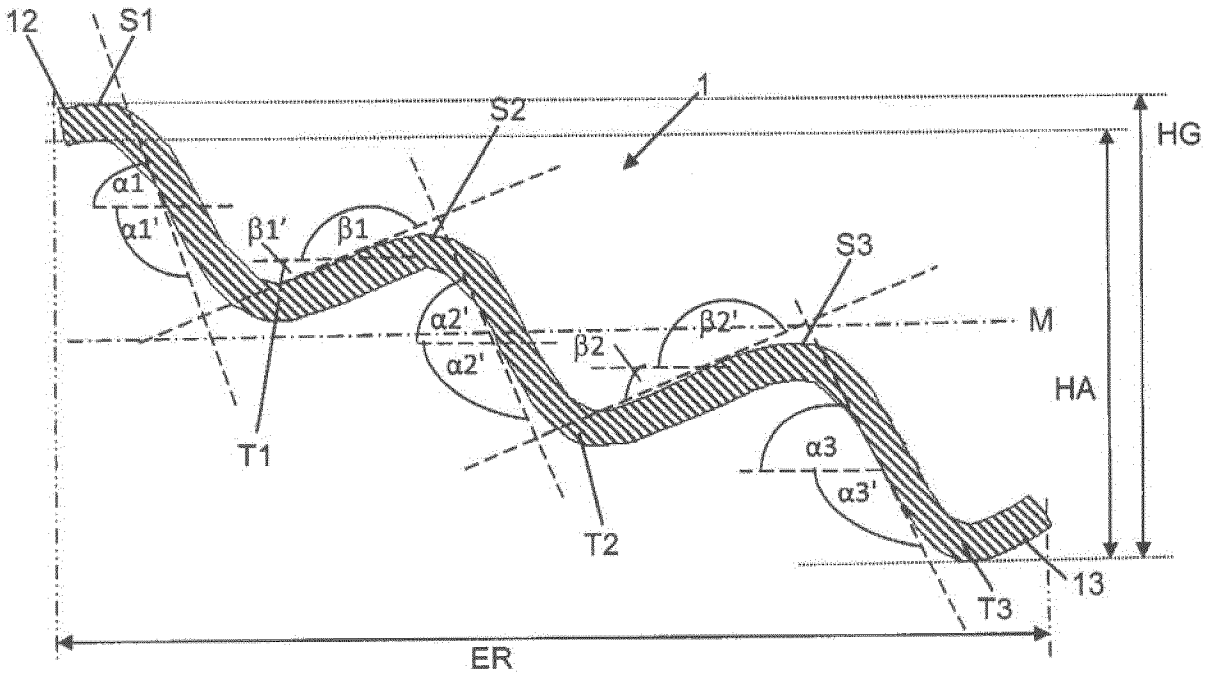

12
S1
1
S2
HG
α1
α1'
β1'
β1
S3
α2'
β2'
M
β2
α2'
HA
T1
α3
α3'
T2
13
T3
ER

Fig. 10

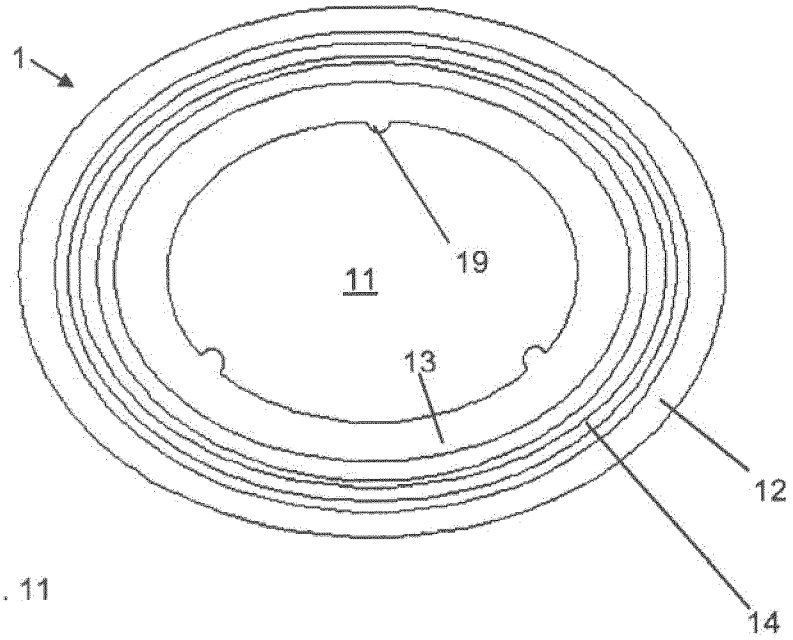


Fig. 11

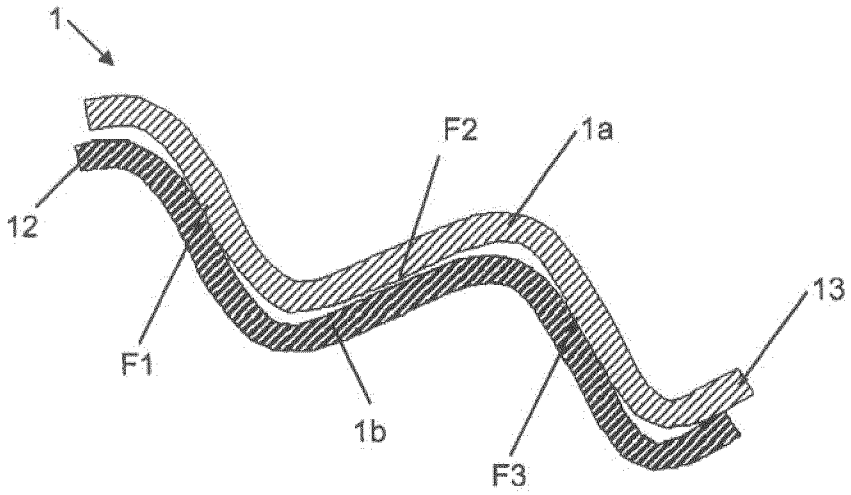


Fig. 12

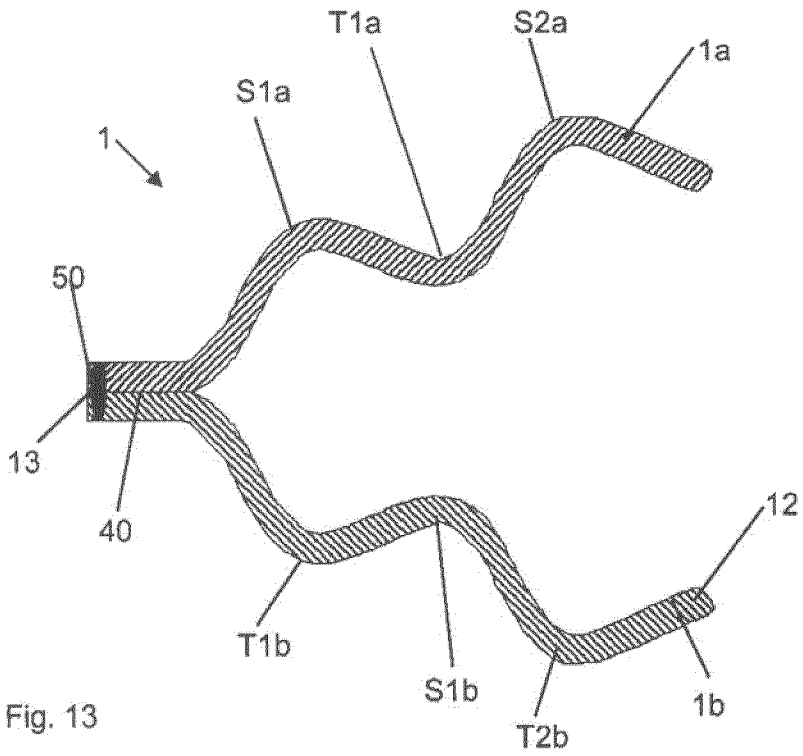


Fig. 13

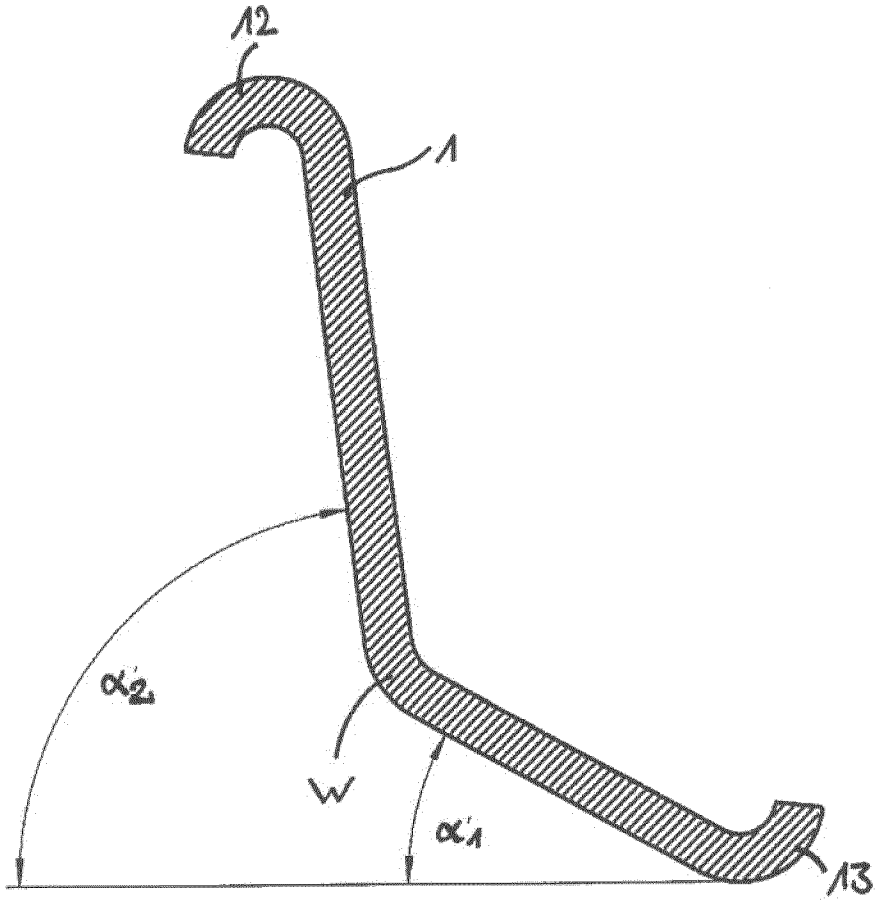


Fig. 14

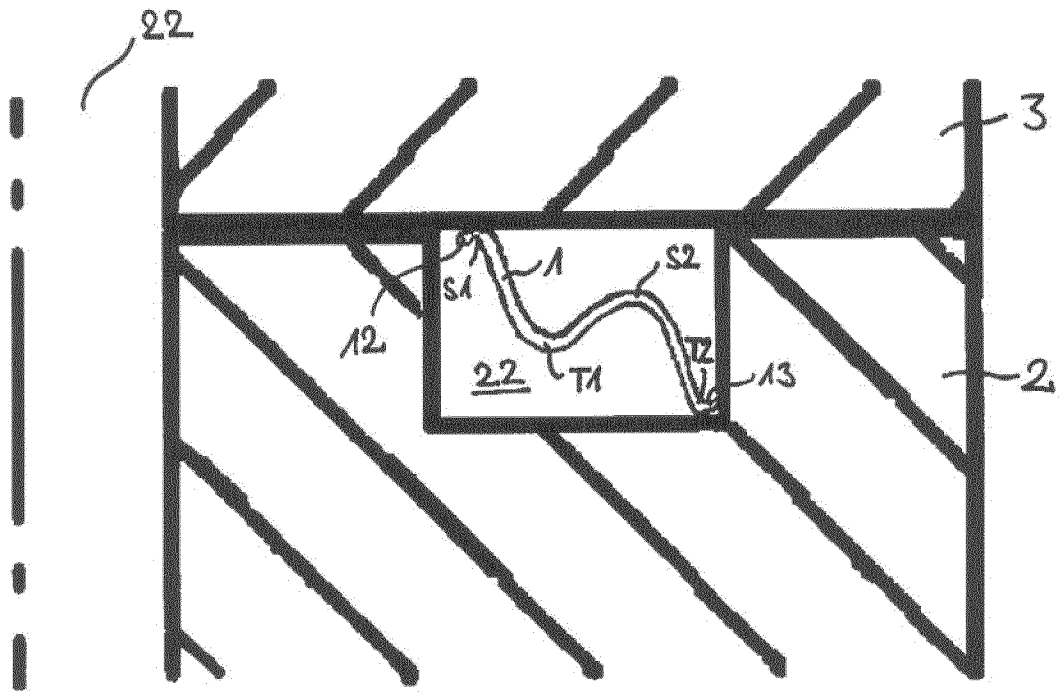


Fig. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/064284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16J15/08 F16L23/20 F01N13/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16J F16L F01N

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 03 285 A1 (FRITSCH RUDOLF P [DE]) 8 August 1996 (1996-08-08)	1,2,4,5, 7-9, 11-13, 16,23-25
Y	column 4, line 43 - column 5, line 15 figure 2	18-20,22

Y	DE 10 2007 019330 A1 (REINZ DICHTUNG GMBH [DE]) 30 October 2008 (2008-10-30) paragraphs [0002], [0011], [0036] figures 1, 2, 3	18,19

Y	US 3 012 802 A (WAITE DAVID E) 12 December 1961 (1961-12-12) column 1, lines 55-67 column 2, lines 1-13 column 2, lines 34-36 figures 1-3	20,22

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
7 November 2012	15/11/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van Wel, Oscar

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/064284

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 240 263 A (NICHOLSON TERENCE P [GB]) 31 August 1993 (1993-08-31) column 7, lines 20-63 column 9, lines 19-27 figures 14, 16, 18, 21, 22	1,2,4-7, 9,11-14, 16-18, 21,24,25
X	FR 2 036 502 A5 (JOINT FRANCAIS) 24 December 1970 (1970-12-24) page 3, line 34 - page 4, line 15 page 3, lines 25-28 figures 1-8	1,2,5,7, 11-16, 18,23-25
X	US 2004/021272 A1 (HANASHIMA KANJI [JP] ET AL) 5 February 2004 (2004-02-05) paragraphs [0033], [0035], [0040], [0041] figures 1-8	1,2,5-8, 10-14, 16-18, 21,24,25
X	FR 2 743 612 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 18 July 1997 (1997-07-18) page 2, line 31 - page 3, line 18 figure 8	1-5,7,8, 11-14, 16,18, 21,24,25
X	US 2003/107188 A1 (SPENCE JOHN LOYD [US] ET AL) 12 June 2003 (2003-06-12) paragraphs [0009], [0032], [0036], [0040], [0041] figures 1-6	1,2,4-8, 10-14, 16,18, 23-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/064284

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19503285 A1	08-08-1996	NONE	
DE 102007019330 A1	30-10-2008	CA 2684546 A1	30-10-2008
		DE 102007019330 A1	30-10-2008
		JP 2010525269 A	22-07-2010
		US 2010187771 A1	29-07-2010
		WO 2008128778 A1	30-10-2008
US 3012802 A	12-12-1961	NONE	
US 5240263 A	31-08-1993	NONE	
FR 2036502 A5	24-12-1970	NONE	
US 2004021272 A1	05-02-2004	JP 2004060842 A	26-02-2004
		US 2004021272 A1	05-02-2004
FR 2743612 A1	18-07-1997	NONE	
US 2003107188 A1	12-06-2003	DE 10256489 A1	03-07-2003
		FR 2833333 A1	13-06-2003
		GB 2382851 A	11-06-2003
		JP 4440530 B2	24-03-2010
		JP 2003185021 A	03-07-2003
		SG 103370 A1	29-04-2004
		US 2003107188 A1	12-06-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/064284

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16J15/08 F16L23/20 F01N13/18
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16J F16L F01N

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 03 285 A1 (FRITSCH RUDOLF P [DE]) 8. August 1996 (1996-08-08)	1,2,4,5, 7-9, 11-13, 16,23-25
Y	Spalte 4, Zeile 43 - Spalte 5, Zeile 15 Abbildung 2	18-20,22

Y	DE 10 2007 019330 A1 (REINZ DICHTUNG GMBH [DE]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Absätze [0002], [0011], [0036] Abbildungen 1, 2, 3	18,19

Y	US 3 012 802 A (WAITE DAVID E) 12. Dezember 1961 (1961-12-12) Spalte 1, Zeilen 55-67 Spalte 2, Zeilen 1-13 Spalte 2, Zeilen 34-36 Abbildungen 1-3	20,22

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. November 2012	15/11/2012

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/064284

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 240 263 A (NICHOLSON TERENCE P [GB]) 31. August 1993 (1993-08-31) Spalte 7, Zeilen 20-63 Spalte 9, Zeilen 19-27 Abbildungen 14, 16, 18, 21, 22	1,2,4-7, 9,11-14, 16-18, 21,24,25
X	FR 2 036 502 A5 (JOINT FRANCAIS) 24. Dezember 1970 (1970-12-24) Seite 3, Zeile 34 - Seite 4, Zeile 15 Seite 3, Zeilen 25-28 Abbildungen 1-8	1,2,5,7, 11-16, 18,23-25
X	US 2004/021272 A1 (HANASHIMA KANJI [JP] ET AL) 5. Februar 2004 (2004-02-05) Absätze [0033], [0035], [0040], [0041] Abbildungen 1-8	1,2,5-8, 10-14, 16-18, 21,24,25
X	FR 2 743 612 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 18. Juli 1997 (1997-07-18) Seite 2, Zeile 31 - Seite 3, Zeile 18 Abbildung 8	1-5,7,8, 11-14, 16,18, 21,24,25
X	US 2003/107188 A1 (SPENCE JOHN LOYD [US] ET AL) 12. Juni 2003 (2003-06-12) Absätze [0009], [0032], [0036], [0040], [0041] Abbildungen 1-6	1,2,4-8, 10-14, 16,18, 23-25

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/064284

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19503285 A1	08-08-1996	KEINE	
DE 102007019330 A1	30-10-2008	CA 2684546 A1	30-10-2008
		DE 102007019330 A1	30-10-2008
		JP 2010525269 A	22-07-2010
		US 2010187771 A1	29-07-2010
		WO 2008128778 A1	30-10-2008
US 3012802 A	12-12-1961	KEINE	
US 5240263 A	31-08-1993	KEINE	
FR 2036502 A5	24-12-1970	KEINE	
US 2004021272 A1	05-02-2004	JP 2004060842 A	26-02-2004
		US 2004021272 A1	05-02-2004
FR 2743612 A1	18-07-1997	KEINE	
US 2003107188 A1	12-06-2003	DE 10256489 A1	03-07-2003
		FR 2833333 A1	13-06-2003
		GB 2382851 A	11-06-2003
		JP 4440530 B2	24-03-2010
		JP 2003185021 A	03-07-2003
		SG 103370 A1	29-04-2004
		US 2003107188 A1	12-06-2003