



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.05.2023 Patentblatt 2023/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01C 19/00 ^(2006.01) **F04C 18/02** ^(2006.01)
F04C 25/02 ^(2006.01) **F04C 27/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22216217.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01C 19/005; F04C 18/0215; F04C 18/0284;
F04C 25/02; F04C 27/005

(22) Anmeldetag: **22.12.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **HOFMANN, Jan**
35305 Grünberg (DE)
- **LATTA, Sebastian**
35578 Wetzlar (DE)
- **SCHÄFER, Heiko**
35606 Solms-Niederbiehl (DE)
- **SCHÄFER, Maik**
35796 Weinbach (DE)
- **SÖHNGEN, Wolfgang**
35647 Waldsolms (DE)

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum Technology AG**
35614 Asslar (DE)

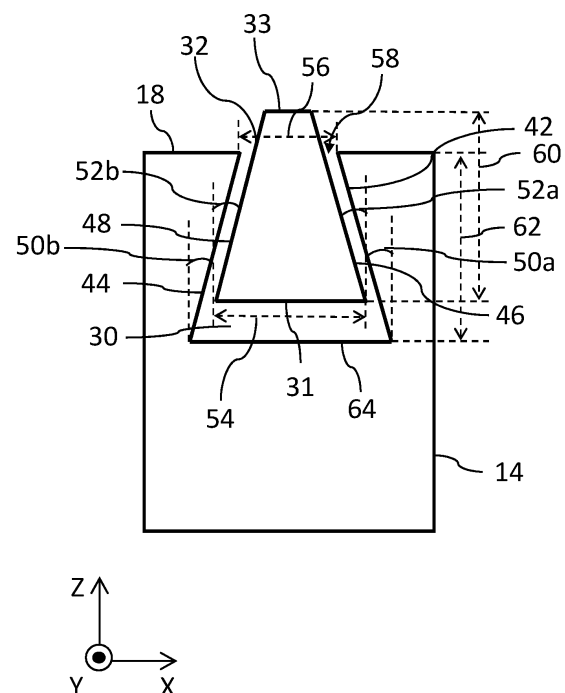
(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(72) Erfinder:
• **BECKER, Jonas**
35649 Bischoffen (DE)

(54) **SPIRALVAKUUMPUMPE**

(57) Scrollvakuumpumpe (10), umfassend ein erstes Spiralelement (12), das eine spiralförmig um eine erste Achse verlaufende erste Wand (14) aufweist, die sich in einer axialen Richtung (Z) von einem ersten Träger (16) erstreckt und die eine dem ersten Träger (16) abgewandte erste freie Stirnseite (18) aufweist, ein zweites Spiralelement (20), das eine spiralförmig um eine zweite Achse verlaufende zweite Wand (22) aufweist, die sich in der axialen Richtung (Z) von einem zweiten Träger (24) erstreckt und die eine dem zweiten Träger (24) abgewandte zweite freie Stirnseite (26) aufweist, wobei die Spiralelemente (12, 20) relativ zueinander bewegbar sind und derart angeordnet sind, dass die erste Wand (14) und die zweite Wand (22) unter Ausbildung von Förderräumen (28) dichtend ineinandergreifen, wobei die freie Stirnseite (18, 26) zumindest einer der Wände (14, 22) eine sich in einer Längsrichtung (L) der Wand erstreckende Ausnehmung (30) aufweist, in der zumindest eine Dichtung (32) beweglich angeordnet ist, und wobei die Ausnehmung (30) seitlich von zumindest einer Innenwand (42, 44) begrenzt ist, die zumindest abschnittsweise, schräg zu der axialen Richtung (Z) verläuft und die dazu ausgebildet ist, mit einer zumindest abschnittsweise, schräg zu der axialen Richtung (Z) verlaufenden Seitenwand (46, 48) der Dichtung (30) zusammenzuwirken.

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe, insbesondere Scrollvakuumpumpe.

[0002] Eine Scrollvakuumpumpe ist eine gegen Atmosphärendruck verdichtende Verdrängerpumpe, die sich unter anderem als Kompressor einsetzen lässt. Eine Scrollvakuumpumpe ist beispielsweise aus der Druckschrift EP 3 153 706 B1 bekannt.

[0003] Scrollvakuumpumpen werden auch als Spiralsvakuumpumpen oder Spiralfördereinrichtungen bezeichnet und können zur Erzeugung eines Vakuums an einem einem an den Gaseinlass angeschlossenen Rezipienten verwendet werden. Das einer Scrollvakuumpumpe zugrunde liegende Pumpprinzip ist aus dem Stand der Technik bekannt und wird nachstehend erläutert. Eine Pumpstufe einer Scrollvakuumpumpe weist zwei ineinander gesteckte, beispielsweise archimedische Spiralzylinder auf, welche nachstehend auch als Spiralelemente bezeichnet werden. Jedes Spiralelement besteht dabei aus einer Wand, die sich in einer axialen Richtung von einem Träger erstreckt und die eine dem Träger abgewandte freie Stirnseite aufweist. Die Spiralelemente sind so ineinandergesteckt, dass die Spiralelemente abschnittsweise halbmondförmige Volumina umschließen. Dabei steht eine Spirale fest, während die andere Spirale über einen Exzenterantrieb auf einer kreisförmigen Bahn bewegt werden kann. Die bewegbare Spirale führt somit eine sogenannte zentralsymmetrische Oszillation aus, was auch als "wobbeln" bezeichnet wird. Ein zwischen den Spiralzylindern eingeschlossenes halbmondförmiges Volumen wandert während des Wobbelns der beweglichen Spirale innerhalb der Spiralelemente weiter, wodurch mittels des wandernden Volumens Gas von einem radial außen liegenden Gaseinlass nach radial innen zu einem in der Spiralenmitte liegenden Gasauslass gefördert wird.

[0004] Zur Abdichtung eines Förderraumes von Vakuumpumpen können generell Fluide wie Fette oder Öle herangezogen werden. Eine Kolbenpumpe beispielsweise weist grundsätzlich einen Spalt zwischen dem Förderraum und dem Kolben auf. Dieser Spalt wird bei einer fluidgedichteten bzw. -geschmierten Ausführung während des Betriebs der Pumpe von einem Fluid, meist Öl oder Fett, gefüllt, wobei das Fluid als Dichtung zwischen dem Kolben und dem Förderraum wirkt. Nachteilig bei derartigen Pumpen ist, dass die mit der Pumpe geförderten Medien wie Gase oder Dämpfe mit den als Dichtung eingesetzten Fluiden reagieren können, was insbesondere die Dichtwirkung herabsetzen kann.

[0005] Aus diesem Grund werden sogenannte trockene Lösungen bevorzugt, bei denen die geförderten Medien nicht mit Fluiden in Kontakt kommen. Hierbei werden grundsätzlich gleitende oder schleifende Dichtungen aus chemisch beständigen Materialien, üblicherweise Kunststoffe, eingesetzt.

[0006] Zur Abdichtung der Förderräume von herkömmlichen Scrollvakuumpumpen sind an den Stirnsei-

ten der Spiralwände jeweils Dichtungen vorgesehen. Die Druckschrift EP 3 153 706 B1 offenbart beispielsweise eine Dichtung, die auf einer freien Stirnseite einer Wand eines Spiralelements angeordnet ist. Nachteilig bei derartigen gleitenden oder schleifenden Dichtungen ist, dass diese in der Regel, bedingt durch die ständige Gleitreibung, einem Verschleiß unterliegen und oft nur eine begrenzte Lebensdauer aufweisen.

[0007] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vakuumpumpe mit einer verbesserten Lebensdauer bereitzustellen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch gelöst, dass die Vakuumpumpe ein erstes Spiralelement, das eine spiralförmig um eine erste Achse verlaufende erste Wand aufweist, die sich in einer axialen Richtung von einem ersten Träger erstreckt und die eine dem ersten Träger abgewandte erste freie Stirnseite aufweist und ein zweites Spiralelement, das eine spiralförmig um eine zweite Achse verlaufende zweite Wand aufweist, die sich in der axialen Richtung von einem zweiten Träger erstreckt und die eine dem zweiten Träger abgewandte zweite freie Stirnseite aufweist, umfasst, wobei das erste Spiralelement und das zweite Spiralelement relativ zueinander bewegbar sind und derart angeordnet sind, dass die erste Wand und die zweite Wand unter Ausbildung von Förderräumen dichtend ineinandergreifen, die freie Stirnseite zumindest einer der Wände eine sich in einer Längsrichtung der Wand erstreckende Ausnehmung, insbesondere Nut, aufweist, in der zumindest eine Dichtung, bevorzugt zumindest teilweise - insbesondere vollständig - aus einem elastischen Material gefertigt, beweglich angeordnet ist, und die Ausnehmung seitlich von zumindest einer Innenwand begrenzt ist, die zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung verläuft und die dazu ausgebildet ist, mit einer zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung verlaufenden Seitenwand der Dichtung zusammenzuwirken.

[0009] Im Betrieb der Pumpe wird durch den Druckunterschied zwischen benachbarten Förderräumen eine Kraft erzeugt, die bewirkt, dass die bewegliche Dichtung in der Ausnehmung zur Seite und nach oben gegen eine Oberfläche des anderen Trägers gedrückt wird. Dabei wirken die schräge Innenwand der Ausnehmung und die schräge Seitenwand der Dichtung zusammen. Diese Geometrie ermöglicht einerseits, dass die Dichtung weiter aus der Ausnehmung heraustreten kann, wenn sie Abrieb erfährt, d.h. es erfolgt eine automatische Abriebkompensation. Andererseits wird die Dichtung in der Ausnehmung gesichert, beispielsweise in einem Vormontagezustand oder in einem Ruhezustand.

[0010] Insbesondere ist die Innenwand derart geneigt, dass die Innenwand in Richtung zu der freien Stirnseite der Wand konvergiert, sodass sich die Ausnehmung in Richtung ihrer Öffnung hin schmaler oder enger wird.

[0011] Ferner kann die Ausnehmung seitlich von einer

ersten Innenwand und einer zweiten Innenwand begrenzt sein, die beide zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung verlaufen. Insbesondere konvergieren beide Innenwände, oder in anderen Worten, die beiden Innenwände laufen aufeinander zu, sodass sich die Ausnehmung von ihrem Boden zu ihrer Öffnung hin immer mehr verengt. Die beiden Seitenwände der Dichtung können ebenfalls zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung verlaufen. Insbesondere konvergieren die beiden Seitenwände, sodass sich die Dichtung in ihrer montierten Position nach oben hin verschlankt bzw. verjüngt.

[0012] Bevorzugt weisen beide Spiralelemente eine Ausnehmung und Dichtung der vorstehend beschriebenen Art auf. D.h. es kann vorgesehen sein, dass die erste freie Stirnseite der ersten Wand und die zweite freie Stirnseite der zweiten Wand jeweils eine sich in Längsrichtung der Wand erstreckende Ausnehmung, insbesondere Nut, aufweisen, in der jeweils zumindest eine Dichtung beweglich angeordnet ist, wobei zumindest eine Innenwand der jeweiligen Ausnehmung schräg zu der entsprechenden axialen Richtung verläuft und die Innenwand dazu ausgebildet ist, mit einer schräg zu der axialen Richtung verlaufenden Seitenwand der entsprechenden Dichtung zusammenzuwirken.

[0013] Durch das Bereitstellen einer Dichtung auf einer jeweiligen Stirnseite beider Wände kann eine optimale Abdichtung der Förderräume gewährleistet werden.

[0014] Zudem kann bei Bedarf eine Neigung der Innenwand zu der axialen Richtung in der Längsrichtung variieren und/oder eine Neigung der Seitenwand zu der axialen Richtung in der Längsrichtung variieren.

[0015] Zudem kann eine Neigung der Innenwand zu der axialen Richtung in der axialen Richtung variieren und/oder eine Neigung der Seitenwand zu der axialen Richtung in der axialen Richtung variieren, wodurch die Kraftverteilung auf die Dichtung noch präziser eingestellt und an die Betriebsbedingungen angepasst werden kann.

[0016] Für eine optimale funktionale Abstimmung zwischen der Ausnehmung und der Dichtung kann dabei die Neigung der Innenwand der Ausnehmung im Wesentlichen der Neigung der Seitenwand der Dichtung entsprechen.

[0017] Um den Betrag der Dichtung, der im Betrieb der Pumpe aus der Ausnehmung ragt, kontrollieren zu können, kann eine maximale horizontale Ausdehnung der Dichtung größer als eine Breite der Öffnung der Ausnehmung sein und/oder eine maximale axiale Ausdehnung der Dichtung größer als eine Tiefe der Ausnehmung sein.

[0018] Zudem kann zwischen einer Unterseite der Dichtung und einem Boden der Ausnehmung zumindest ein elastisches Vorspannmittel zum Vorspannen der Dichtung in einer Richtung von dem Boden der Ausnehmung zu der Öffnung der Ausnehmung angeordnet sein. Dies ermöglicht u.a. eine Verbesserung der Dichtwirkung und eine Beschleunigung eines Einlauf- bzw. Einschleif-

prozesses der Dichtung.

[0019] Ferner kann zumindest eine bei Betrieb der Vakuumpumpe mit der Dichtung zusammenwirkende Innenwand der Ausnehmung zumindest abschnittsweise strukturiert sein. Insbesondere kann die Innenwand Vertiefungen und/oder Erhebungen aufweisen. Durch die Strukturierung der Innenwand haftet die Dichtung besser an der Innenwand. Dies wiederum ermöglicht eine bessere Fixierung der Dichtung in ihrem exponierten Zustand, d.h. in einem Zustand, in dem die Oberseite der Dichtung gegen eine Oberfläche eines gegenüberliegenden Trägers gepresst wird und in dem ein Teil der Dichtung aus der Ausnehmung ragt. Alternativ oder zusätzlich kann die Dichtung strukturierte Seitenwände aufweisen.

[0020] Für eine reduzierte Verschleißgeschwindigkeit kann die Dichtung einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen. Insbesondere kann die Dichtung einen Querschnitt in der Form eines gleichschenkligen Trapezes aufweisen. Bei einer trapezförmigen Grundform vergrößert sich bei zunehmendem Abrieb die an dem Träger anliegende Fläche der Dichtung, während die auf die Dichtung wirkende Kraft aufgrund eines Druckunterschieds zwischen benachbarten Förderräumen im Wesentlichen konstant bleibt. Die daraus resultierende geringere Anpresskraft pro Flächeneinheit sorgt für einen verminderten Abrieb, während die Dichtwirkung aufgrund der vergrößerten Dichtfläche hinreichend gut bleibt.

[0021] Um die Montage der Dichtung in die Ausnehmung zu vereinfachen, kann die Dichtung zwei- oder mehrteilig ausgebildet sein. Insbesondere kann die Dichtung in der Längsrichtung und/oder in einer radialen Richtung der Spiralelemente zwei- oder mehrteilig ausgebildet sein.

[0022] Dabei können die Teile der Dichtung Verbindungsmittel zum Verbinden der Teile aufweisen. Die Verbindungsmittel können formschlüssig wirken. Beispielsweise umfassen die Verbindungsmittel Nut und Feder.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform kann ein Teil der Wand, der die schräg verlaufende Innenwand aufweist, plastisch umgebogen sein, sodass die Dichtung optimal in der Ausnehmung sitzt und der Herstellungsprozess weiter vereinfacht werden kann. Folglich können auch die Herstellungskosten reduziert werden.

[0024] Es ist jedoch auch eine Konfiguration möglich, bei der ein die erste Innenwand aufweisender Teil der Wand länger als ein die zweite Innenwand aufweisender Teil der Wand ist. Dies ermöglicht ein einfaches Einkippen bzw. Eindrehen der Dichtung in die Ausnehmung bei deren Montage.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Dichtung an ihrer Oberseite und/oder Unterseite und/oder an einer oder beiden Seitenwänden Schnitte aufweisen. Die Schnitte können entlang der Längsrichtung beabstandet zueinander angeordnet sein und einen Neigungswinkel von kleiner als 90°, bevorzugt zwischen 10 und 70°, aufweisen. Durch die Schnitte werden Öffnungen gebildet, die zur Hochdruckseite hin, d.h. in

Längsrichtung in Richtung des Pumpenauslasses, ausgerichtet sind.

[0026] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines Spiralelements für eine Vakuumpumpe gemäß zumindest einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen. Das Verfahren umfasst zumindest folgende Schritte:

- Bereitstellen eines Spiralelements, das eine spiralförmig um eine zweite Achse verlaufende Wand aufweist, die sich in der axialen Richtung von einem Träger erstreckt und die eine dem Träger abgewandte freie Stirnseite aufweist, wobei die freie Stirnseite eine sich in einer Längsrichtung der Wand erstreckende Ausnehmung, insbesondere Nut, aufweist, wobei die Ausnehmung seitlich von zumindest einer Innenwand begrenzt ist, die an einem der freien Stirnseite zugeordneten Abschnitt der Wand ausgebildet ist, der sich im Wesentlichen parallel zu der axialen Richtung erstreckt,
- Einsetzen einer Dichtung in die Ausnehmung, und
- zumindest abschnittsweises plastisches Umbiegen des Abschnitts der Wand, insbesondere mittels eines Bördelwerkzeugs, sodass die Innenwand zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung verläuft.

[0027] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe zeichnet sich durch eine erhöhte Lebensdauer aus.

[0028] Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Scrollvakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform;
- Fig. 2 einen Querschnitt der Pumpstufe der Scrollvakuumpumpe von Fig. 1;
- Fig. 3-8 Längsschnitte durch eine Wand eines Spiralelements gemäß verschiedener Ausführungsformen;
- Fig. 9 eine Seitenansicht einer Dichtung gemäß einer Ausführungsform;
- Fig. 10, 11 beispielhafte Darstellungen eines Montageprozesses der Dichtung in die Ausnehmung gemäß verschiedener Ausführungsformen; und
- Fig. 12 einen Längsschnitt durch einen Teil einer Pumpstufe einer Scrollvakuumpumpe gemäß einer Ausführungsform.

[0029] Fig. 1 zeigt eine als Scrollvakuumpumpe 10 ausgebildete Vakuumpumpe. Diese umfasst ein Pum-

pengehäuse 40, in welchem ein Einlass 34 und ein Auslass 36 vorgesehen sind. An den Einlass 34 kann ein Auslass eines nicht gezeigten Rezipienten angeschlossen werden. Eine im Pumpengehäuse 40 vorgesehene Scrollpumpstufe 11 kann ein Pumpmedium (Gas oder Flüssigkeit) aus dem Rezipienten durch den Einlass 34 hindurch ansaugen und zu dem Auslass 36 fördern.

[0030] Die Pumpstufe 11 umfasst ein erstes Spiralelement 12 und ein zweites Spiralelement 20. Das erste Spiralelement 12 weist eine spiralförmig um eine erste Achse verlaufende erste Wand 14 auf, die sich in einer axialen Richtung Z von einem ersten Träger 16 erstreckt und die eine dem ersten Träger 16 abgewandte erste freie Stirnseite 18 aufweist (siehe auch Fig. 2). Das zweite Spiralelement 20 weist ebenfalls eine spiralförmig um eine zweite Achse verlaufende zweite Wand 22 auf, die sich in der axialen Richtung Z von einem zweiten Träger 24 erstreckt und die eine dem zweiten Träger 24 abgewandte zweite freie Stirnseite 26 aufweist. Der zweite Träger 24 des zweiten Spiralelements 20 ist mit dem Gehäuse 40 verbunden und kann als ein Teil des Pumpengehäuses 40 ausgebildet sein. Der Auslass 36 der Pumpe 10 verläuft axial durch das feststehende Spiralelement 20. Die spiralförmigen Wände 14, 22 haben jeweils eine Stirnseite 18, 26, an der eine Dichtung 32 angeordnet ist. Die Dichtungen 32 berühren den jeweils gegenüberliegenden Träger 24 bzw. 16.

[0031] In der Pumpe 10 befindet sich ferner ein Elektromotor 38, der einen Motor-Stator 39 (Wicklung) und einen Motor-Rotor 41 (Läufer) umfasst. Der Elektromotor 38 treibt eine Welle 37 an, die eine Wellenachse Aw definiert. Das umlaufende Spiralelement 12 ist mit einer Exzenterwelle 35, welche eine Exzenterachse Ae definiert, mit der Welle 37 gekoppelt. Die Achse Aw der Welle 37 und die Exzenterachse Ae verlaufen parallel zueinander. Beide Wellen 37, 35 sind mit Lagern (nicht gezeigt) abgestützt. Die Welle 37 umfasst zudem Ausgleichsgewichte (nicht gezeigt), um eine optimale Laufruhe der Pumpe 10 zu gewährleisten.

[0032] Als axiale Richtung Z wird eine Richtung bezeichnet, die parallel zu der Wellenachse Aw verläuft. Als radiale Richtung R wird eine Richtung bezeichnet, die senkrecht zu der axialen Richtung Z verläuft. Als Längsrichtung L wird eine Richtung bezeichnet, die entlang einer jeweiligen Wand 14, 22 eines Spiralelements 12, 22 verläuft, d.h. die Längsrichtung L verläuft in einer X-Y-Ebene der Pumpe 10 (vgl. Fig. 2).

[0033] Im Betrieb der Pumpe 10 dreht sich die Welle 37, und die mit dieser verbundene Exzenterwelle 35 führt eine Umlaufbewegung um die Wellenachse Aw der Welle 37 aus. Das Spiralelement 12 führt dementsprechend eine zentralsymmetrische Oszillationsbewegung auf einer kreisförmigen Bahn um die Wellenachse Aw aus. Dabei dreht sich das Spiralelement 12 nicht um die eigene Achse Ae, was durch dem Fachmann bekannte Drehverhinderungsmechanismen erreicht wird. Durch diese Bewegung entstehen zwischen den ineinandergreifenden Spiralelementen 12, 20 abgeschlossene, sichelför-

mige Förderräume 28, die ihr Volumen nach innen in Richtung Pumpenauslass 36 immer weiter verkleinern. Auf diese Weise kommt es zu einer Verdichtung eines über den Einlass 34 angesaugten Gases.

[0034] Die Form der Förderräume 28 lässt sich in Fig. 2 erkennen, die einen Ausschnitt eines Querschnitts senkrecht zur Welle 37 einer Spiralpumpe 10 zeigt. Die Querschnittsebene (X-Y-Ebene in der Zeichnung) verläuft dabei durch die ineinandergreifenden spiralförmigen Wände 14, 22 der Spiralelemente 12, 20.

[0035] Da die Pumpe 10 gemäß Fig. 1 ein bewegliches Spiralelement 12 aufweist, dessen Träger 16 nur einseitig mit einer spiralförmigen Wand 14 versehen ist, handelt es sich um ein einseitiges Pumpsystem, das auch als Single-Wrap Pumpsystem bezeichnet wird. Die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe 10 kann jedoch auch als ein doppelseitiges Pumpensystem ausgestaltet sein. Im Unterschied zu der einseitigen Ausführung gemäß Fig. 1 weist das umlaufende Spiralelement der doppelseitigen Ausführungsform einen Träger auf, der beidseitig mit spiralförmig verlaufenden Wänden versehen ist. Ein solches doppelseitiges Pumpensystem ist beispielsweise aus der Druckschrift EP 3 153 706 B1 bekannt.

[0036] Fig. 3 zeigt eine Detaildarstellung der Scrollpumpe 10 aus Fig. 1, nämlich einen Schnitt durch die ersten Wand 14 in dem Bereich der ersten freien Stirnfläche 18. Die erste freie Stirnseite 18 weist eine sich in Längsrichtung L der Wand 14 erstreckende Ausnehmung 30 auf. Die Ausnehmung 30 ist als Nut oder Einkerbung ausgebildet, wird durch zwei seitliche Innenwände 42, 44 und einen Boden 64 begrenzt und weist nach oben hin eine Öffnung 58 mit einer Breite 56 auf. Der Boden 64 ist parallel zur radialen Richtung R ausgebildet.

[0037] In der Ausnehmung 30 ist eine Dichtung 32 beweglich angeordnet, die auch als Tip-Seal bezeichnet wird. Die Dichtung 32 ist aus elastischem und chemisch beständigem Kunststoff gefertigt, beispielsweise aus einem Polytetrafluorethylen-Werkstoff (PTFE). Die Dichtung 32 weist eine erste Seitenwand 46, eine zweite Seitenwand 48, eine Oberseite 33 und eine Unterseite 31 auf.

[0038] Die Seitenwände 46, 48 der Dichtung 32 verlaufen schräg zu der axialen Richtung Z. Insbesondere weist die erste Seitenwand 46 eine erste Neigung 52a zu der axialen Richtung Z und die zweite Seitenwand 48 eine zweite Neigung 52b zu der axialen Richtung Z auf. Die Neigungen 52a, 52b weisen gleiche Beträge bzw. Winkel auf, d.h. die Dichtung 32 hat im Querschnitt die Form eines gleichschenkligen Trapezes. Beispielsweise weisen die erste und zweite Neigung 52a, 52b einen Winkel zwischen 10° und 60°, bevorzugt zwischen 25° und 45°, auf. Durch die Trapezform nimmt mit fortschreitendem Verschleiß der Dichtung 32 die Flächenpressung an der Oberseite 33 der Dichtung 32 sukzessive ab, wodurch eine Reduzierung der Verschleißgeschwindigkeit erzielt werden kann.

[0039] Die horizontale Ausdehnung der Unterseite 31 der Dichtung 32 definiert eine maximale horizontale Ausdehnung 54 der Dichtung 32, welche bevorzugt größer als die Breite 56 der Öffnung 58 der Ausnehmung 30 ist. Eine maximale axiale Ausdehnung 60 der Dichtung 32 kann größer als eine Tiefe 62 der Ausnehmung 30 sein. Durch die Wahl der vorgenannten Abmessungen kann der Teil der Dichtung 32, der im Betrieb der Pumpe 10 aus der Ausnehmung 30 ragt, eingestellt werden.

[0040] Die Innenwände 42, 44 der Ausnehmung 30 verlaufen ebenfalls schräg zu der axialen Richtung Z. Insbesondere weist die erste Innenwand 42 eine erste Neigung 50a zu der axialen Richtung Z und die zweite Innenwand 44 eine zweite Neigung 50b zu der axialen Richtung Z auf, wobei die Neigungen 50a, 50b gleiche Beträge aufweisen, d.h. die Ausnehmung 30 verjüngt sich gleichmäßig in Richtung ihrer Öffnung 58 (in Z-Richtung in Fig. 3). Insbesondere weisen die erste und zweite Neigung 50a, 50b einen Winkel zwischen 10° und 60°, bevorzugt zwischen 25° und 45°, auf.

[0041] Die Innenwände 42, 44 der Ausnehmung 30 sind jeweils dazu ausgebildet, mit den schräg zu der axialen Richtung Z verlaufenden Seitenwänden 46, 48 der Dichtung 32 zusammenzuwirken. Insbesondere wird das Pumpmedium zum Pumpenauslass 36 hin immer weiter verdichtet. Folglich ist der Druck in den Förderräumen 28 desto höher, je näher sie am Pumpenauslass 36 liegen. Beispielsweise weist, wie in Fig. 4 dargestellt ist, ein erster Förderraum 28a einen ersten Druck P1 auf, dessen Betrag größer als der Betrag eines zweiten Drucks P2 in einem benachbarten, zweiten Förderraum 28b ist, sofern der erste Förderraum 28a näher am Auslass 36 als der zweite Förderraum 28b liegt. Dieser Druckunterschied (IP1-P21) bewirkt, dass auf die Dichtung 32 eine Kraft F wirkt (vgl. Pfeil im links unteren Bereich der Ausnehmung).

[0042] Die Kraft F weist eine axiale und eine radiale Komponente auf, sodass die Dichtung 32 gegen eine Oberfläche 25 des zweiten Trägers 24 und gegen die erste Innenwand 42 der Ausnehmung 30 gedrückt wird (Betriebszustand der Dichtung 32). Dabei gleitet die Oberseite 33 der Dichtung 32 an der Oberfläche 25 des zweiten Trägers 24, während die erste Seitenwand 46 der Dichtung 32 an die erste Innenwand 42 der Ausnehmung 30 gepresst wird. Folglich wird ein Teil der axialen Komponente der Kraft F von einem Abschnitt der ersten Innenwand 42 der Ausnehmung 30 aufgenommen, der mit der ersten Seitenwand 46 der Dichtung 32 in Kontakt steht, während der restliche Teil der axialen Komponente der Kraft F von einem Abschnitt der Oberfläche 25 des zweiten Trägers 24 aufgenommen wird, der mit der Oberseite 33 der Dichtung 32 in Kontakt steht. Durch diese Kraftverteilung kann die Flächenpressung an der Oberseite 33 der Dichtung 32 verringert werden, wodurch ein reduzierter Verschleiß der Dichtung 32 erzielt werden kann. Gleichzeitig werden benachbarte Förderräume 28 optimal gegeneinander abgedichtet. Im Ergebnis kann somit eine Scrollvakuumpumpe 10 bereitge-

stellt werden, die sich durch verringerte Wartungskosten und eine verbesserte Lebensdauer auszeichnet.

[0043] Die vorgenannten Vorteile können auch erzielt werden, wenn die Neigungen 50a, 50b der beiden Innenwände 42, 44 der Ausnehmung 30 unterschiedliche Beträge aufweisen. Beispielsweise verläuft bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform nur eine der Innenwände 42 schräg zu der axialen Richtung Z, während die gegenüberliegende Innenwand 44 parallel zu der axialen Richtung Z verläuft. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Seite 42 mit dem niedrigerem Druck schräg zu der axialen Richtung Z verläuft, sodass auch hier ein Teil der auf die Dichtung 32 wirkenden Kraft F auf die schräge Seitenwand 46 der Dichtung 32 übertragen wird. Dementsprechend weist hier die Dichtung 32 einen Querschnitt in der Form eines rechtwinkligen Trapezes auf.

[0044] Gemäß einer nicht gezeigten Ausführungsform variiert die Neigung 50 der Innenwand 42, 44 in Längsrichtung L. Beispielsweise kann sich die Neigung 50 der Innenwand 42, 44 in der Längsrichtung L mit geringer werdendem Abstand zum Auslass 36 erhöhen. Ferner ist eine Gestaltung möglich, bei der nur ein Längsabschnitt der Ausnehmung 30 in Längsrichtung L eine schräge Innenwand 42, 44 aufweist.

[0045] Zusätzlich oder alternativ hierzu können die Neigungen 50 der Innenwand 42, 44 auch in der axialen Richtung Z variieren. Insbesondere kann sich die Neigung 50 der Innenwand 42, 44 in der axialen Richtung Z mit geringer werdendem Abstand zur Öffnung 58 der Ausnehmung 30 erhöhen oder verringern. Beispielsweise kann ein Abschnitt der Innenwand 42, 44 nahe dem Boden 64 der Ausnehmung 30 eine kleinere oder größere Neigung 50 aufweisen als ein Abschnitt der Innenwand 42, 44 nahe der Öffnung 58 der Ausnehmung 30, oder umgekehrt. Entsprechend kann die Neigung 52 der Seitenwand 46, 48 der Dichtung 32 an die Neigung 50 der Innenwand 42, 44 der Ausnehmung 30 angepasst sein, d.h. auch die Neigung 52 der Seitenwand 46, 48 der Dichtung 32 kann zu der axialen Richtung Z in der axialen Richtung Z variieren. Insbesondere kann die Neigung 50 der Innenwand 42, 44 im Wesentlichen der Neigung 52 der Seitenwand 46, 48 entsprechen. Dadurch kann auf verschiedene Betriebsanforderungen eingegangen werden.

[0046] Dementsprechend kann auch die Neigung 52 der Seitenwand 46, 48 der Dichtung 32 zu der axialen Richtung Z in der Längsrichtung L und/oder in der axialen Richtung Z variieren. Insbesondere entspricht die Neigung 50a, 50b der Innenwand 42, 44 bevorzugt im Wesentlichen der Neigung 52 der Seitenwand 46, 48, d.h. die Neigung 52 der Seitenwand 46, 48 der Dichtung 32 ist bevorzugt komplementär zu der Neigung 50 der Innenwand 42 bzw. 44 der Ausnehmung 30. Dies sorgt für eine optimale flächige Anlage der Dichtung 32 an der Innenwand 42, 44 während des Betriebs der Pumpe 10.

[0047] Die in Fig. 6 gezeigte beispielhafte Ausführungsform einer Wand 14, 22 eines Spiralelements 12, 20 einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe 10

unterscheidet sich von der in Fig. 3 gezeigten im Wesentlichen dadurch, dass zwischen der Unterseite 31 der Dichtung 32 und dem Boden 64 der Ausnehmung 30 zumindest ein elastisches Vorspannmittel 66 zum Vorspannen der Dichtung 32 in einer Richtung von dem Boden 64 der Ausnehmung 30 zu der Öffnung 58 der Ausnehmung 32 angeordnet ist (in Z-Richtung in Fig. 6). Das Vorspannmittel 66 ist als fünf in radialer Richtung R nebeneinander angeordnete Federn 68 ausgestaltet. Das Vorspannmittel 66 kann aber auch nur eine oder eine beliebige Mehrzahl an Federn 68 umfassen. Die Federn 68 stehen hier symbolisch für ein beliebiges ein- oder mehrstückiges elastisches Element oder eine Mehrzahl elastischer Elemente. Zusätzlich oder alternativ hierzu kann das Vorspannmittel 66 einen porösen Schaum umfassen (nicht gezeigt). Die elastischen Eigenschaften des Vorspannmittels 66 können an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Die Eigenschaften können auch lokal variieren und/oder das Vorspannmittel 66 ist nicht durchgehend sondern nur abschnittsweise oder punktuell vorgesehen.

[0048] Das Vorspannmittel 66 bewirkt unter anderem, dass die Dichtung 32 auch in einem Ruhezustand der Pumpe 10 gegen die Oberfläche 25 des Trägers 24 gedrückt wird. Dies ermöglicht eine Beschleunigung des Einschleifprozesses der Dichtung 32 und somit des Einlaufprozesses der Pumpe 10.

[0049] Die Innenwände 42, 44 der Ausnehmung 30 können strukturiert sein. Bei der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform weisen die Innenwände 42, 44 Vertiefungen 70 oder Rillen auf, die äquidistant entlang der jeweiligen Innenwand 42, 44 ausgebildet sind und sich in der Längsrichtung L erstrecken. Zusätzlich oder alternativ hierzu können die Innenwände 42, 44 auch mit Erhebungen (nicht gezeigt) in der Form von Nuten und/oder sich in der Längsrichtung L erstreckenden Rippen und/oder Noppen strukturiert sein. Die Tiefe bzw. Höhe der Strukturierung ist an die jeweiligen Anforderungen angepasst, beispielsweise an eine Elastizität der Dichtung 32.

[0050] Grundsätzlich kann die Strukturierung in axialer Richtung Z und/oder in Längsrichtung L der Ausnehmung 30 variieren und/oder nur abschnittsweise vorhanden sein. Beispielsweise ist eine Strukturierung denkbar, bei der die Dichte der Strukturierung zunimmt, je näher der jeweilige Abschnitt der Innenwand 42, 44 an der Öffnung 58 der Ausnehmung 30 liegt. Ebenso kann die Innenwand auch nur abschnittsweise strukturiert sein, beispielsweise nur in einem oberen Drittel oder einer oberen Hälfte der Innenwand 42, 44 nahe der Öffnung 58. Zudem versteht es sich, dass auch nur eine der Innenwände 42, 44 strukturiert sein kann. Insbesondere kann nur die bei Betrieb der Pumpe von der Dichtung 32 beaufschlagte Innenwand 42 (siehe Fig. 4) strukturiert sein. Die Strukturierung der Innenwand 42, 44 ermöglicht eine bessere Fixierung der Dichtung 32 in ihrem Betriebszustand.

[0051] Auch unregelmäßige Strukturierungen (z.B. durch Aufrauen) sind denkbar. Des Weiteren kann die Dichtung 32 zwei- oder mehrteilig ausgebildet sein. Ins-

besondere kann die Dichtung in der Längsrichtung L und/oder in der radialen Richtung R zwei- oder mehrteilig ausgebildet sein. Dabei können die beiden Teile jeweils einen Querschnitt in der Form eines rechtwinkligen Trapezes aufweisen.

[0052] In den in Fig. 8A und 8B gezeigten Ausführungsformen besteht die Dichtung 32 aus zwei in radialer Richtung R nebeneinander angeordneten Teilen. Die Dichtung 32 kann aber auch aus zwei in axialer Richtung Z übereinander angeordneten Teilen bestehen (nicht gezeigt). Dies ermöglicht ein einfaches Einbringen bzw. Montieren der Dichtung 32 in die Ausnehmung 30, da die Teile der Dichtung 32 nacheinander in die Ausnehmung 30 gesteckt werden können.

[0053] Damit die Teile der Dichtung 32 in montiertem Zustand nicht gegeneinander verrutschen oder sich ein Spalt zwischen den Teilen bildet, können die Teile der Dichtung 32 Verbindungsmittel 72 zum Verbinden der Teile aufweisen. In der in Fig. 8A gezeigten Ausführungsform wirkt das Verbindungsmittel formschlüssig. Insbesondere umfassen die Verbindungsmittel 72 Nut und Feder 74, sodass beim Montieren der Dichtung 32 die beiden Teile durch Ineinanderdrücken verbunden werden können. Die formschlüssig wirkenden Verbindungsmittel 72 sind jedoch nicht auf Nut und Feder 74 beschränkt, sondern können beispielsweise auch ineinandergreifende Rippen und Rillen umfassen (nicht gezeigt).

[0054] In der in Fig. 8B gezeigten Ausführungsform sind die beiden Teile der Dichtung nebeneinander in radialer Richtung R angeordnet und weisen jeweils einen Querschnitt in der Form eines gleichschenkligen Trapezes auf. Zwischen den Teilen ist ein Verbindungsmittel 72 in der Form eines Haftmittels 76 eingebracht, beispielsweise ein Harz oder ein Kleber, das beim Montieren der Dichtung 32 auf eines oder beide der Teile aufgebracht wird. Auf das Haftmittel 76 kann jedoch auch verzichtet werden, sodass die Teile reibschlüssig zusammenwirken.

[0055] In der in Fig. 9 gezeigten Ausführungsform weist die Dichtung 32 an ihrer Unterseite 31 Einschnitte 78 auf, die sich von der Unterseite 31 schräg in die Dichtung 32 hinein erstrecken. Die Einschnitte 78 sind entlang der Längsrichtung L angeordnet und weisen einen Neigungswinkel 80 von kleiner als 90°, bevorzugt zwischen 10° und 70°, auf. Durch die Einschnitte oder Schnitte 78 werden Öffnungen und Lippen oder Laschen 82 gebildet, die in Richtung der Hochdruckseite, d.h. in Richtung des Auslasses 36 ausgerichtet oder offen sind. Die durch die Einschnitte 78 gebildeten Laschen 82 verhindern eine Rückströmung zwischen der Unterseite 31 der Dichtung und dem Boden 64 der Ausnehmung 30 in Längsrichtung L der Ausnehmung 30. Außerdem können die Laschen 82 bei geeigneter Ausgestaltung der Einschnitte 78 - zusätzlich oder alternativ zu dem Vorspannmittel 66 (siehe Fig. 6) - eine elastische Anpresskraft bereitstellen.

[0056] Es versteht sich, dass die Schnitte 78 in beliebigen Seiten 31, 33, 46, 48 der Dichtung 32 eingebracht werden.

[0057] In der in Fig. 10 dargestellten Ausführungsform ist ein die erste Innenwand 42 aufweisender Teil der Wand 14 länger als ein die zweite Innenwand 44 aufweisender Teil der Wand 14. In anderen Worten unterscheidet sich die in Fig. 10 gezeigte Ausnehmung 30 von den in Fig. 3-8B gezeigten dadurch, dass sie eine größere Öffnung 58 aufweist. Dies ermöglicht ein einfaches Einkippen oder Eindrehen der Dichtung 32 in die Ausnehmung.

[0058] In der in Fig. 11 dargestellten Ausführungsform sind die die Innenwände 42, 44 aufweisenden Abschnitte der Wand 14 plastisch verformbar ausgestaltet und bilden zunächst eine sich in der Längsrichtung L der Wände 14, 22 erstreckende Nut mit parallel zu der axialen Richtung Z verlaufenden Innenwänden 42, 44. Bei der Montage der Dichtung 32 wird zuerst die Dichtung 32 in die Nut eingesetzt (vgl. gestrichelter gerader Pfeil). Da die Öffnung der Nut breiter als die maximale horizontale Ausdehnung 54 der Dichtung 32 ist, kann die Dichtung 32 einfach in die Nut geschoben bzw. gesteckt werden (Montageschritt (a)). Danach werden die beiden Abschnitte der Wand 14 nach innen gebogen, sodass eine erfindungsgemäße Ausnehmung 30 gebildet wird, in der die Dichtung 32 eingefasst ist (vgl. gestrichelte und gebogene Pfeile, Montageschritt (b)). Das Umbiegen der Wandabschnitte erfolgt bevorzugt mittels eines Bördelwerkzeugs. Die Wandabschnitte können über die gesamte Länge des Spiralelements 12, 20 oder lediglich abschnittsweise in regel- oder unregelmäßigen Abständen umgebogen werden. Alternativ kann auch nur einer der Abschnitte der Wand 14 plastisch verformbar sein, während der gegenüberliegende Teil eine schräge Innenwand 44 oder gerade Innenwand 44 (siehe Fig. 5) aufweist, sodass bei der Montage der Dichtung 32 nur ein Abschnitt auf einer Seite der Wand 14 umgebogen werden muss.

[0059] Es versteht sich, dass sowohl das erste Spiralelement 12 als auch das zweite Spiralelement 20 der Pumpstufe 11 erfindungsgemäß ausgestaltet sein kann. Insbesondere können, wie in Fig. 12 gezeigt ist, die erste freie Stirnseite 18 der ersten Wand 14 und die zweite freie Stirnseite 26 der zweiten Wand 22 jeweils eine sich in Längsrichtung L der Wand erstreckende Ausnehmung 30a, 30b aufweisen, in der jeweils zumindest eine erfindungsgemäße Dichtung 32a, 32b beweglich angeordnet ist.

[0060] Grundsätzlich ist es denkbar, dass die Dichtung an ihrer Oberseite, die mit dem gegenüberliegenden Träger bei Betrieb der Pumpe zusammenwirkt, mit einem Material versehen oder bedeckt ist, das weicher ist, als das Material des Grundkörpers der Dichtung. Das weichere Material schleift sich bei dem Einlauf- oder Einschleifprozess der Dichtung schnell ein, so dass dieser Prozess beschleunigt wird. Beispielsweise ist das weichere Material pastös. Beide Materialien können elastisch sein.

[0061] Zudem versteht es sich, dass Merkmale, die in Bezug auf bestimmte Ausführungsbeispiele der Erfin-

dung beschrieben wurden, mit denen anderer Ausführungsbeispiele kombiniert werden können.

Bezugszeichenliste:

[0062]

10	Vakuumpumpe
11	Scrollpumpstufe
12	erstes Spiralelement
14	erste Wand
16	erster Träger
17	Oberfläche des ersten Trägers
18	erste freie Stirnseite
20	zweites Spiralelement
22	zweite Wand
24	zweiter Träger
25	Oberfläche des zweiten Trägers
26	zweite freie Stirnseite
28, 28a, 28b	Förderraum
30	Ausnehmung
30a	Ausnehmung der ersten Wand
30b	Ausnehmung der zweiten Wand
31	Unterseite der Dichtung
32, 32a, 32b	Dichtung
33, 33a, 33b	Oberseite der Dichtung
34	Einlass
35	Exzenterwelle
36	Auslass
37	Welle
38	Elektromotor
39	Motor-Stator
40	Pumpengehäuse
41	Motor-Rotor
42	erste Innenwand der Ausnehmung
44	zweite Innenwand der Ausnehmung
46	erste Seitenwand der Dichtung
48	zweite Seitenwand der Dichtung
50, 50a, 50b	Neigung der Innenwand
52, 52a, 52b	Neigung der Seitenwand
54	maximale horizontale Ausdehnung der Dichtung
56	Breite der Öffnung der Ausnehmung
58	Öffnung der Ausnehmung
60	maximale axiale Ausdehnung der Dichtung
62	Tiefe der Ausnehmung
64	Boden der Ausnehmung
66	Vorspannmittel
68	Federn
70	Vertiefungen
72	Verbindungsmittel
74	Nut und Feder
76	Haftmittel
78	Einschnitte in der Dichtung
80	Neigungswinkel der Schnitte
82	Lippe oder Lasche
P1, P2	Druck im Förderraum

F	auf die Dichtung wirkende Kraft im Pumpbetrieb
Aw	Wellenachse
Ae	Exzenterachse
5 Z	axiale Richtung
R	radiale Richtung
L	Längsrichtung

10 Patentansprüche

1. Vakuumpumpe (10), insbesondere Scrollvakuumpumpe, umfassend

15 ein erstes Spiralelement (12), das eine spiralförmig um eine erste Achse verlaufende erste Wand (14) aufweist, die sich in einer axialen Richtung (Z) von einem ersten Träger (16) erstreckt und die eine dem ersten Träger (16) abgewandte erste freie Stirnseite (18) aufweist,

20 ein zweites Spiralelement (20), das eine spiralförmig um eine zweite Achse verlaufende zweite Wand (22) aufweist, die sich in der axialen Richtung (Z) von einem zweiten Träger (24) erstreckt und die eine dem zweiten Träger (24) abgewandte zweite freie Stirnseite (26) aufweist,

25 wobei das erste Spiralelement (12) und das zweite Spiralelement (20) relativ zueinander bewegbar sind und derart angeordnet sind, dass die erste Wand (14) und die zweite Wand (22) unter Ausbildung von Förderräumen (28) dichtend ineinandergreifen,

30 wobei die freie Stirnseite (18, 26) zumindest einer der Wände (14, 22) eine sich in einer Längsrichtung (L) der Wand erstreckende Ausnehmung (30), insbesondere Nut, aufweist, in der zumindest eine Dichtung (32) beweglich angeordnet ist, und

35 wobei die Ausnehmung (30) seitlich von zumindest einer Innenwand (42, 44) begrenzt ist, die zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung (Z) verläuft und die dazu ausgebildet ist, mit einer zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung (Z) verlaufenden Seitenwand (46, 48) der Dichtung (30) zusammenzuwirken.

2. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1,

50 wobei die Ausnehmung (30) seitlich von einer ersten Innenwand (42) und einer zweiten Innenwand (44) begrenzt ist,

55 wobei die erste Innenwand (42) und die zweite Innenwand (44) zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung (Z) verlaufen, und/oder wobei die Dichtung (32) eine erste und eine zweite Seiten-

wand (46, 48) aufweist, die zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung (Z) verlaufen.

3. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste freie Stirnseite (18) der ersten Wand (14) und die zweite freie Stirnseite (26) der zweiten Wand (22) jeweils eine sich in Längsrichtung (L) der Wand erstreckende Ausnehmung (30a, 30b), insbesondere Nut, aufweisen, in der jeweils zumindest eine Dichtung (32a, 32b) beweglich angeordnet ist, wobei zumindest eine Innenwand der jeweiligen Ausnehmung schräg zu der entsprechenden axialen Richtung verläuft und die Innenwand dazu ausgebildet ist, mit einer schräg zu der axialen Richtung (Z) verlaufenden Seitenwand der entsprechenden Dichtung zusammenzuwirken. 5
4. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Neigung (50) der Innenwand (42, 44) zu der axialen Richtung (Z) in der Längsrichtung (L) variiert und/oder wobei eine Neigung (52) der Seitenwand (46, 48) zu der axialen Richtung (Z) in der Längsrichtung (L) variiert. 10 20
5. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Neigung (50) der Innenwand (42, 44) zu der axialen Richtung (Z) in der axialen Richtung (Z) variiert und/oder wobei eine Neigung (52) der Seitenwand (46, 48) zu der axialen Richtung (Z) in der axialen Richtung (Z) variiert. 25 30
6. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Neigung (50) der Innenwand (42, 44) der Ausnehmung (30) im Wesentlichen der Neigung (52) der Seitenwand (46, 48) der Dichtung (32) entspricht. 35 40
7. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine maximale horizontale Ausdehnung (54) der Dichtung (32) größer als eine Breite (56) der Öffnung (58) der Ausnehmung (30) ist und/oder eine maximale axiale Ausdehnung (60) der Dichtung (32) größer als eine Tiefe (62) der Ausnehmung ist. 45
8. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zwischen einer Unterseite (31) der Dichtung (32) und einem Boden (64) der Ausnehmung (30) zumindest ein elastisches Vorspannmittel (66) zum Vorspannen der Dichtung (32) in einer Richtung von dem Boden (64) der Ausnehmung (30) zu der Öffnung (58) der Ausnehmung (32) angeordnet ist. 50 55
9. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden

Ansprüche,

wobei zumindest eine bei Betrieb der Vakuumpumpe (10) mit der Dichtung (32) zusammenwirkende Innenwand (42) der Ausnehmung (30) zumindest abschnittsweise strukturiert ist, insbesondere Vertiefungen (70) und/oder Erhebungen aufweist.

10. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Dichtung (32) einen trapezförmigen Querschnitt, insbesondere einen Querschnitt in der Form eines gleichschenkligen Trapezes, aufweist. 10
11. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Dichtung (32) zwei- oder mehrteilig ausgebildet ist, insbesondere wobei die Dichtung in der Längsrichtung (L) und/oder in einer radialen Richtung (R) zwei- oder mehrteilig ausgebildet ist. 15
12. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 11, wobei die Teile der Dichtung (32) Verbindungsmittel (72) zum Verbinden der Teile aufweisen, insbesondere wobei die Verbindungsmittel (72) formschlüssig wirken, bevorzugt wobei die Verbindungsmittel (72) Nut und Feder (74) umfassen. 25
13. Vakuumpumpe (10) nach Anspruch 2, wobei ein die erste Innenwand (42) aufweisender Teil der Wand (14) länger als ein die zweite Innenwand (44) aufweisender Teil der Wand (14) ist. 30
14. Vakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein die schräg verlaufende Innenwand (42, 44) aufweisender Teil der Wand (14) plastisch umgebogen ist. 35
15. Verfahren zum Herstellen eines Spiralelements für eine Vakuumpumpe (10) gemäß Anspruch 14, das Verfahren umfassend: 40
 - Bereitstellen eines Spiralelements (12, 20), das eine spiralförmig um eine zweite Achse verlaufende Wand (14, 22) aufweist, die sich in der axialen Richtung (Z) von einem Träger (16, 24) erstreckt und die eine dem Träger (16, 24) abgewandte freie Stirnseite (18, 26) aufweist, wobei die freie Stirnseite (18, 26) eine sich in einer Längsrichtung (L) der Wand erstreckende Ausnehmung (30), insbesondere Nut, aufweist, wobei die Ausnehmung (30) seitlich von zumindest einer Innenwand (42, 44) begrenzt ist, die an einem der freien Stirnseite (18, 26) zugeordneten Abschnitt der Wand (14, 22) ausgebildet ist, der sich im Wesentlichen parallel zu der axialen Richtung (Z) erstreckt,
 - Einsetzen (a) einer Dichtung (32) in die Aus-

nehmung (30), und
- zumindest abschnittsweises plastisches Umbiegen (b) des Abschnitts der Wand (14, 22), insbesondere mittels eines Bördelwerkzeugs, sodass die Innenwand (42, 44) zumindest abschnittsweise, bevorzugt durchgehend schräg zu der axialen Richtung (Z) verläuft.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

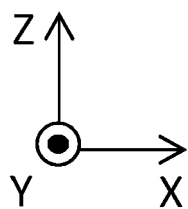
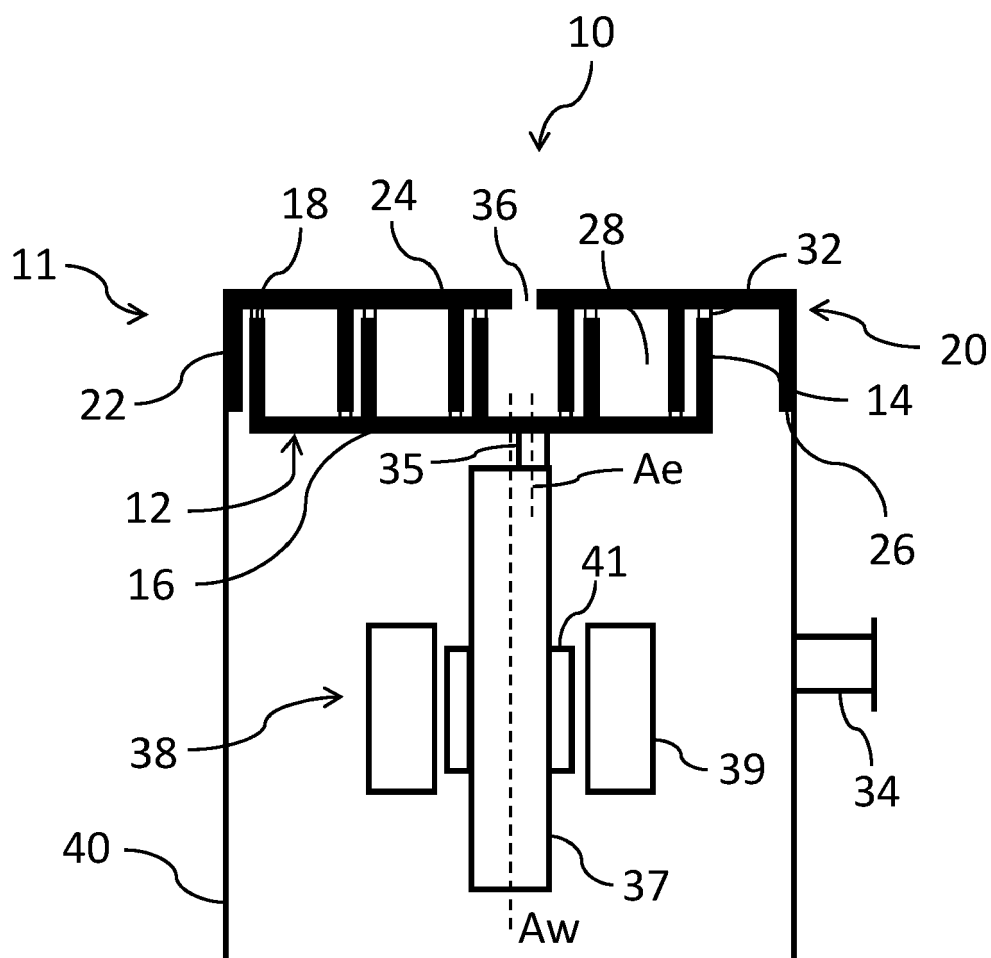


Fig. 2

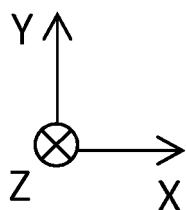
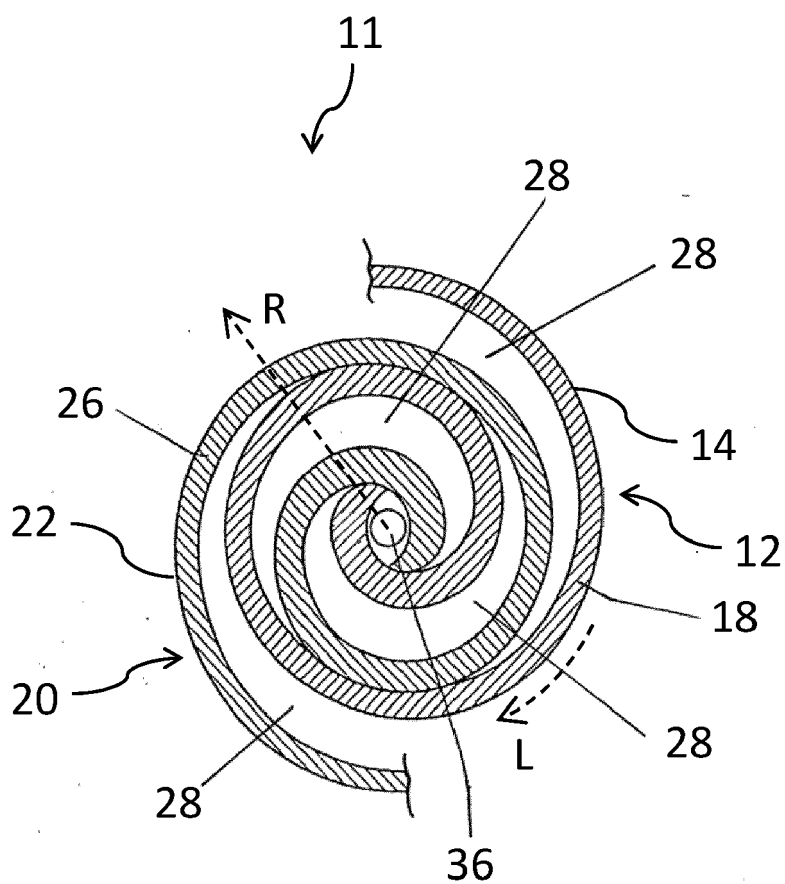


Fig. 3

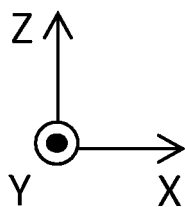
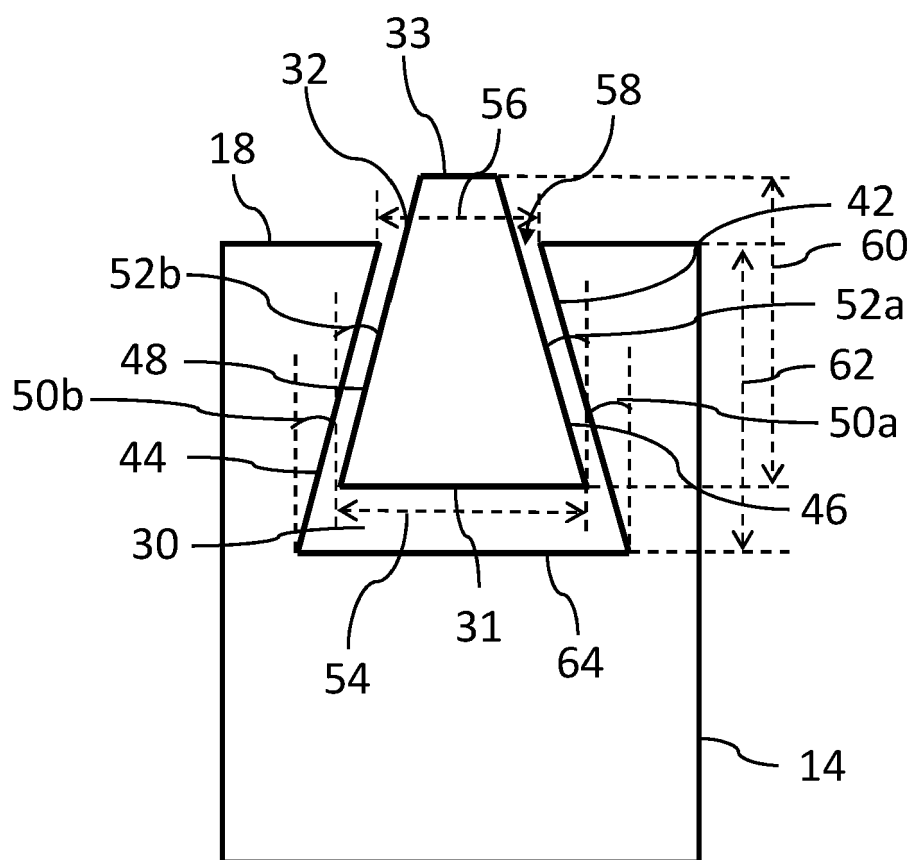


Fig. 4

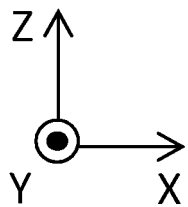
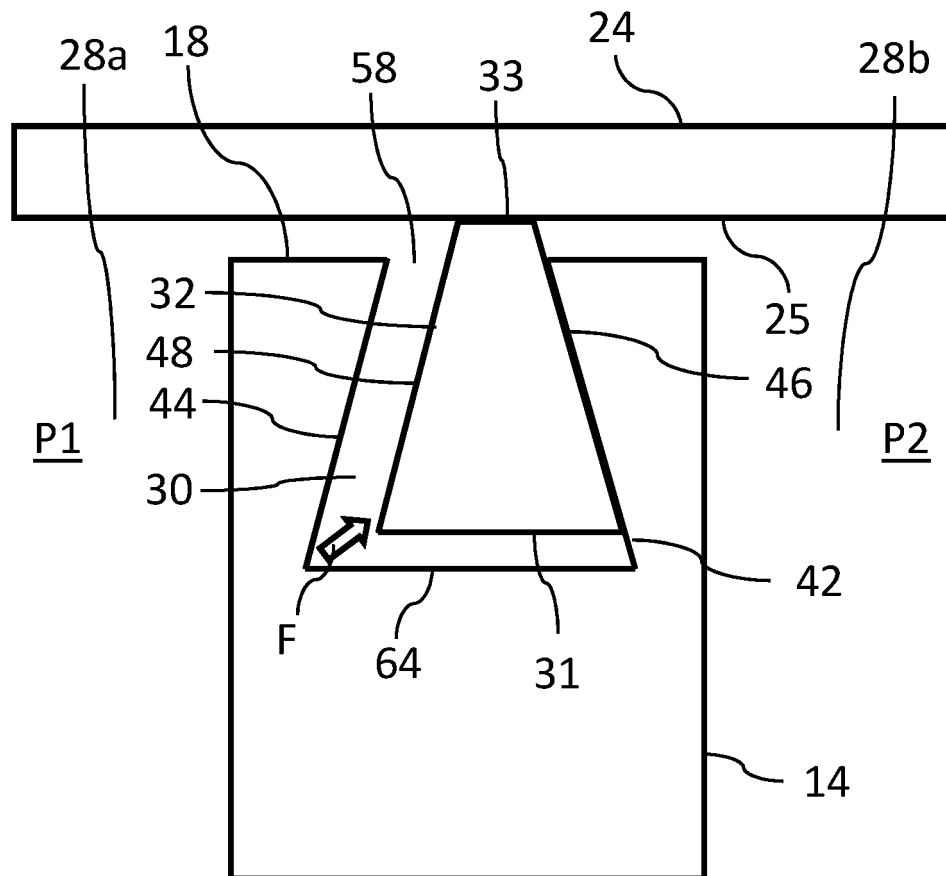


Fig. 5

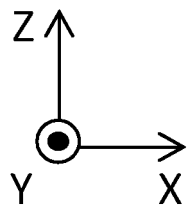
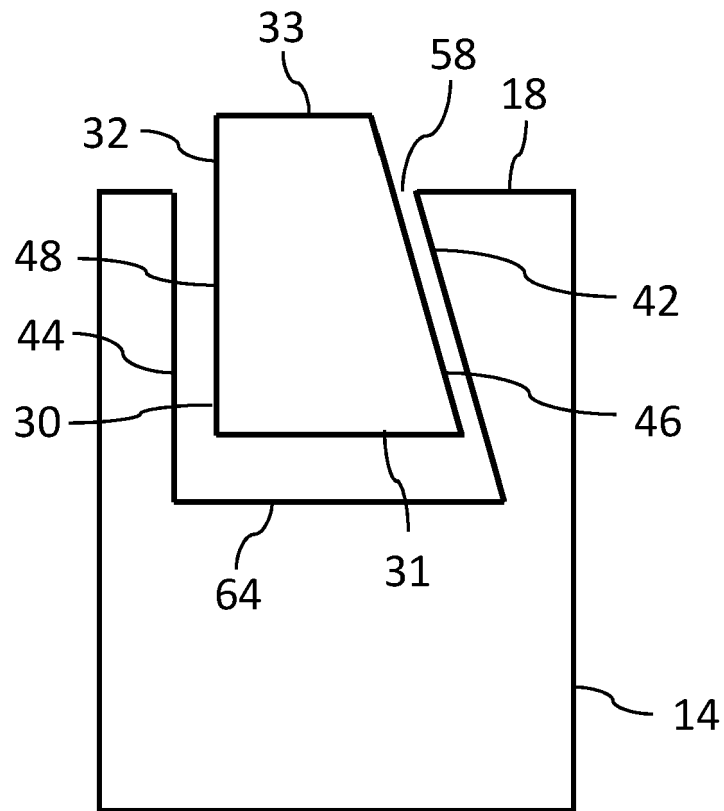


Fig. 6

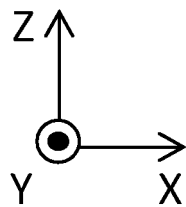
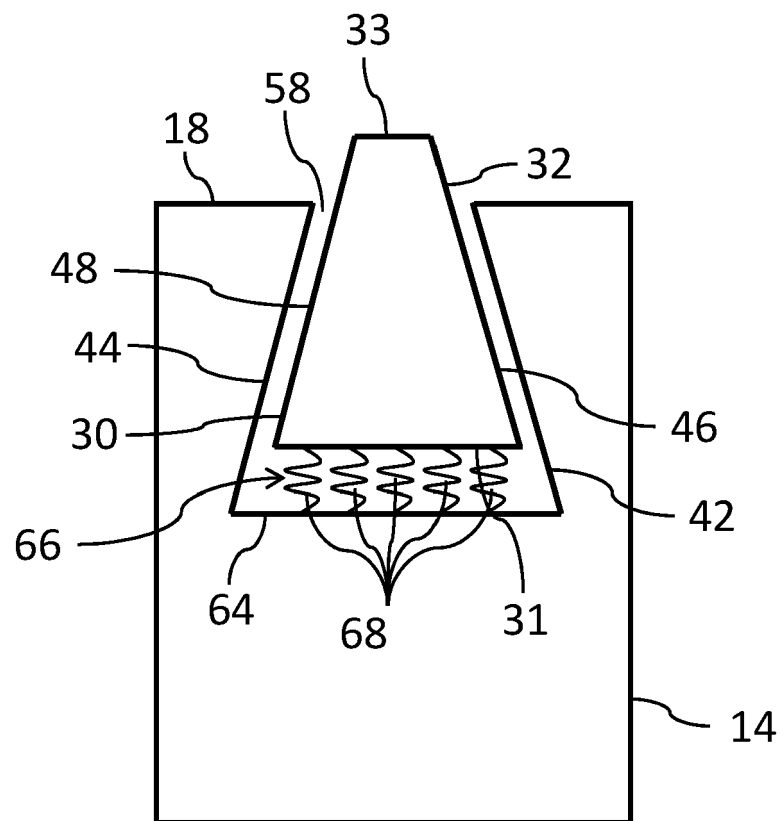


Fig. 7

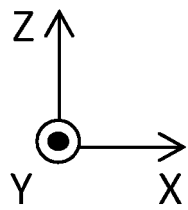
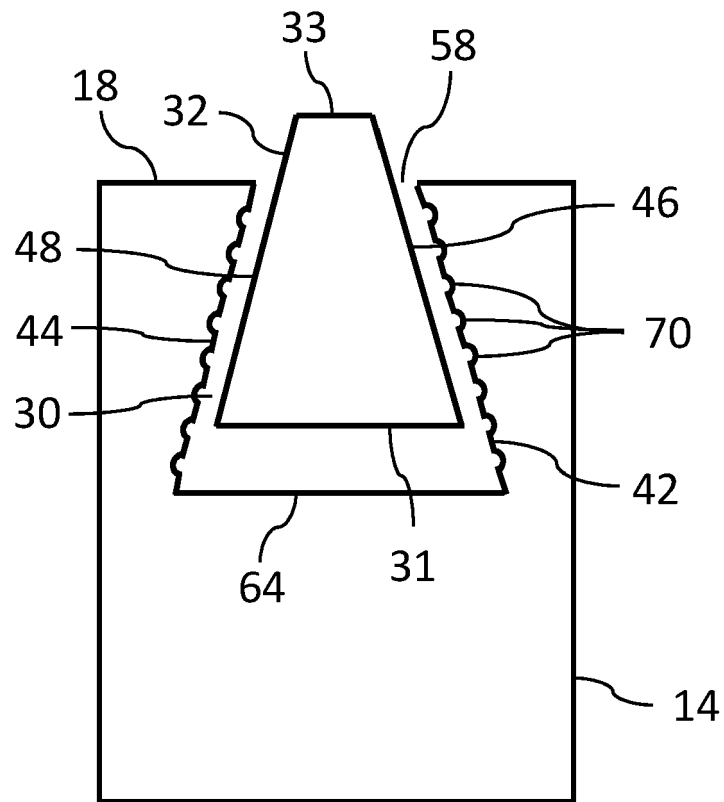


Fig. 8A

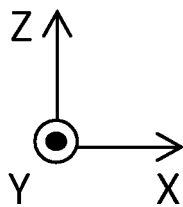
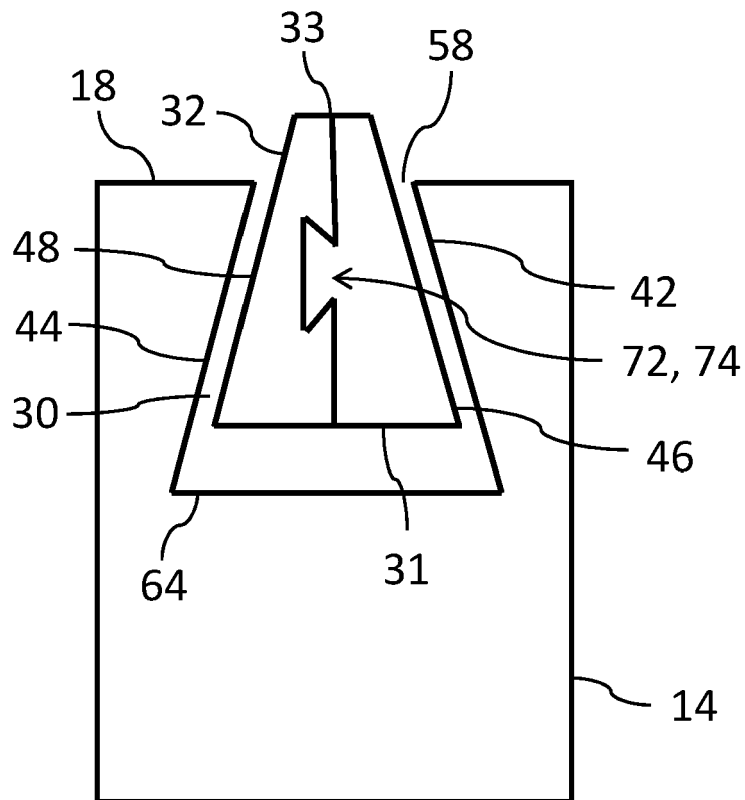


Fig. 8B

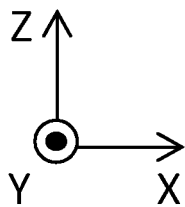
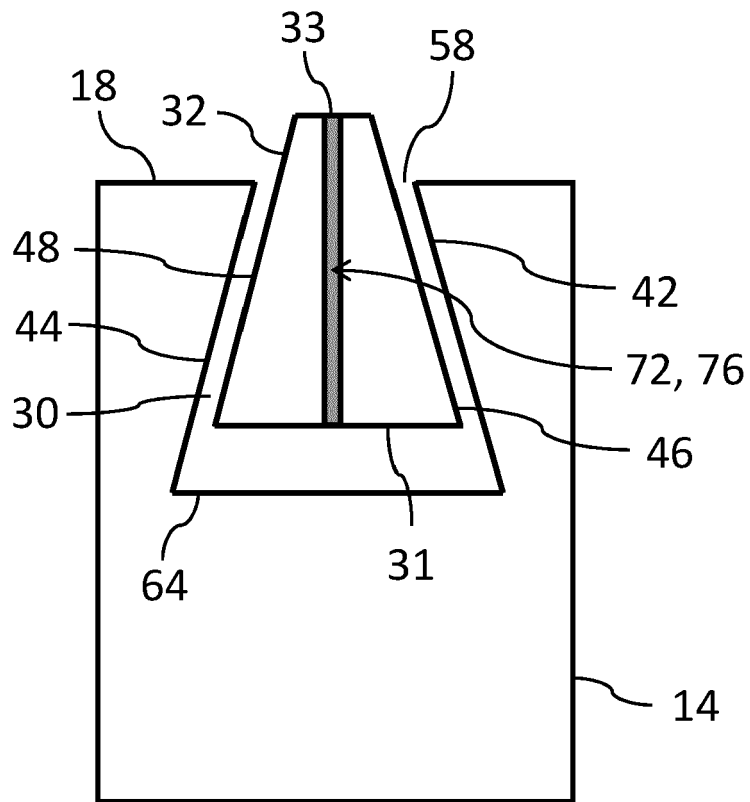


Fig. 9

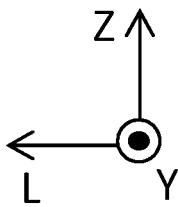
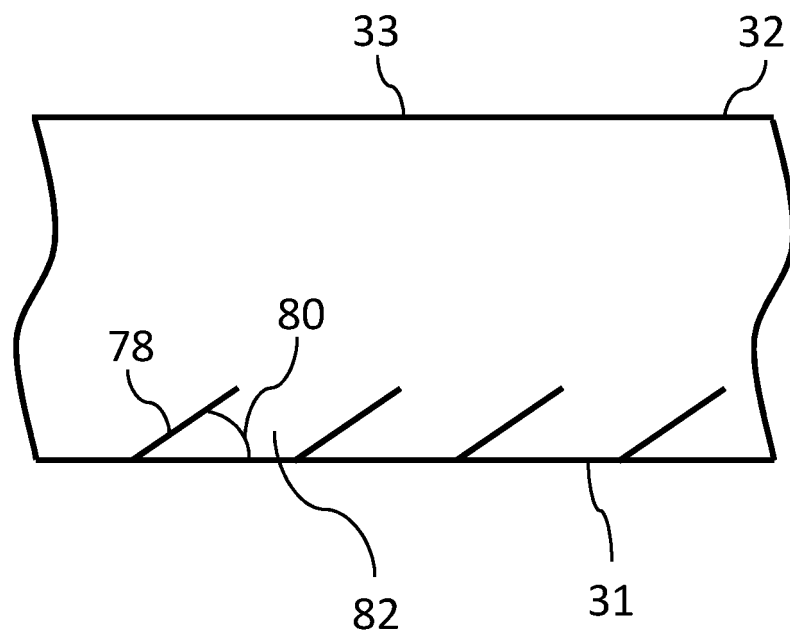


Fig. 10

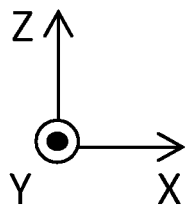
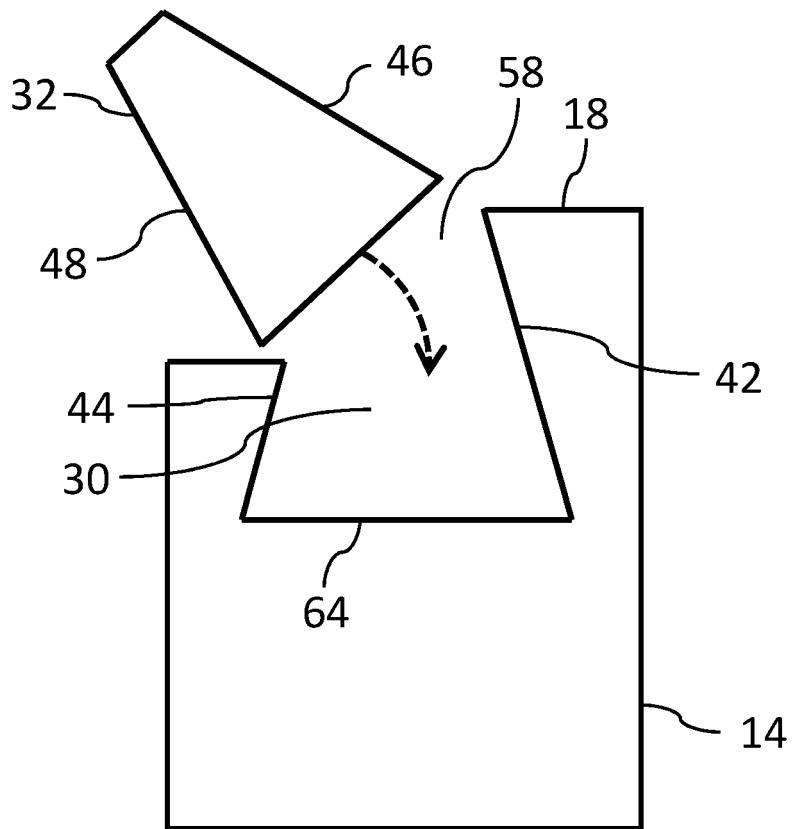


Fig. 11

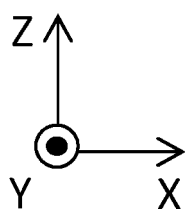
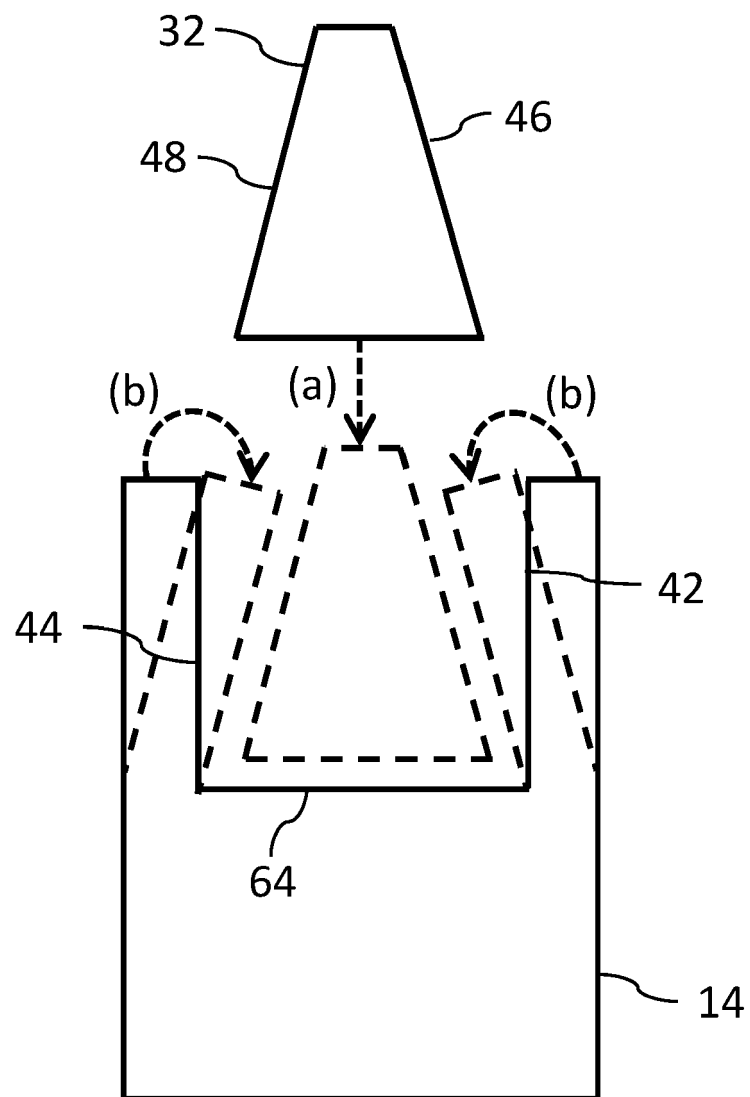
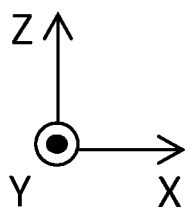
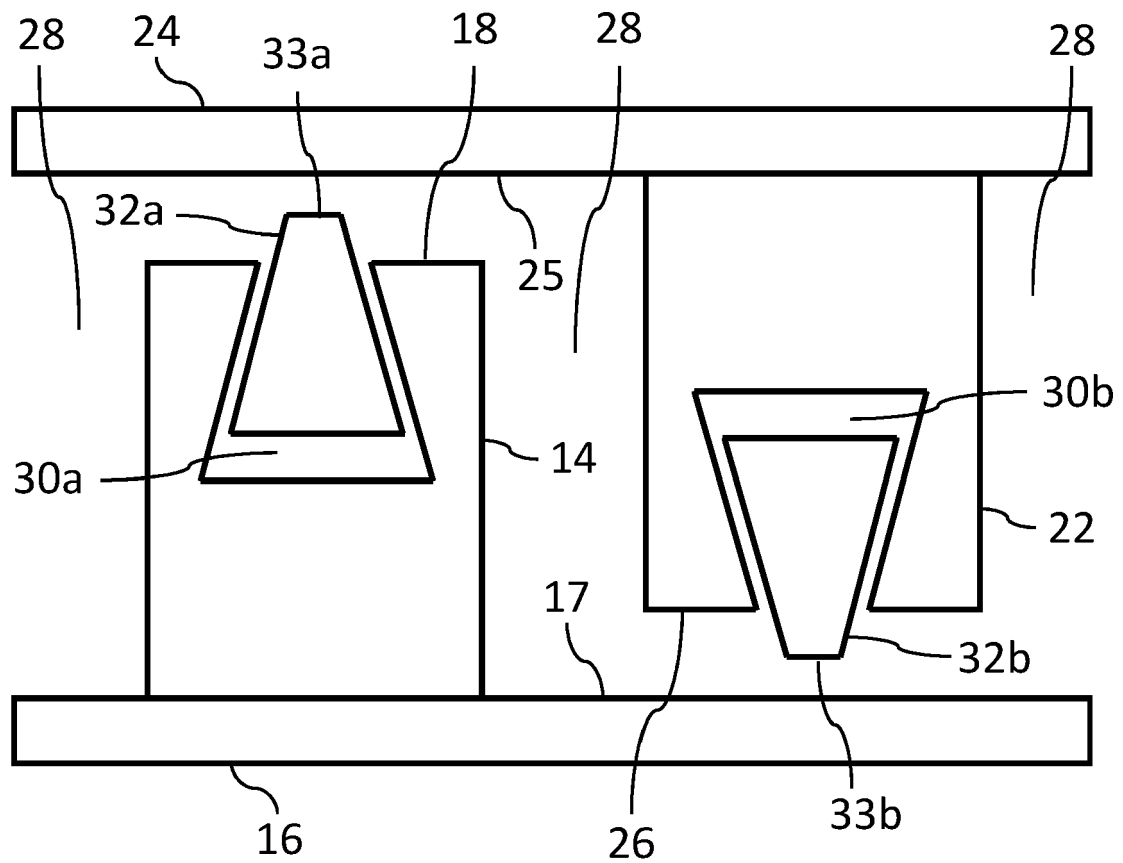


Fig. 12





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 21 6217

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2016/327042 A1 (SHAFFER ROBERT W [US] ET AL) 10. November 2016 (2016-11-10)	1-4, 7, 9, 10, 13	INV. F01C19/00
Y	* Absätze [0164], [0165]; Abbildungen 8A, 8B *	5, 6, 11, 12	F04C18/02 F04C25/02 F04C27/00

X	JP H06 272679 A (TOKICO LTD) 27. September 1994 (1994-09-27)	1-3, 7, 10, 13	
	* Absätze [0043], [0048]; Abbildung 13 *		

X	US 4 730 375 A (NAKAMURA TOSHIYUKI [JP] ET AL) 15. März 1988 (1988-03-15)	1-3, 10, 13	
	* Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 11 *		
	* Spalte 14, Zeile 35 - Zeile 46; Abbildung 25 *		

X	US 4 462 771 A (TEEGARDEN ARLO F [US]) 31. Juli 1984 (1984-07-31)	1-3, 7, 8, 13	
	* Spalte 1, Zeile 8 - Zeile 15 *		
	* Spalte 6, Zeile 54 - Spalte 7, Zeile 11; Abbildungen 3(h), 3(i) *		

X	JP 2007 162622 A (SANDEN CORP) 28. Juni 2007 (2007-06-28)	1-3, 7, 13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01C F04C
	* Absätze [0015], [0016]; Abbildungen 1, 3, 5 *		

Y	JP H08 232858 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 10. September 1996 (1996-09-10)	11, 12	
	* Absatz [0052]; Abbildung 8 *		

Y	US 4 732 550 A (SUZUKI YASUYUKI [JP] ET AL) 22. März 1988 (1988-03-22)	5, 6	
	* Zusammenfassung; Abbildung 18 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. März 2023	Prüfer Descoubes, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 21 6217

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016327042 A1	10-11-2016	KEINE	
JP H06272679 A	27-09-1994	JP 3126845 B2 H06272679 A	22-01-2001 27-09-1994
US 4730375 A	15-03-1988	AU 562940 B2 EP 0165714 A2 JP H0440521 B2 JP S60243301 A KR 850008391 A US 4655697 A US 4730375 A	25-06-1987 27-12-1985 03-07-1992 03-12-1985 16-12-1985 07-04-1987 15-03-1988
US 4462771 A	31-07-1984	CA 1170682 A JP S6354881 B2 JP S57148003 A US 4462771 A	10-07-1984 31-10-1988 13-09-1982 31-07-1984
JP 2007162622 A	28-06-2007	KEINE	
JP H08232858 A	10-09-1996	KEINE	
US 4732550 A	22-03-1988	DE 3638368 A1 GB 2183735 A JP H0330685 B2 JP S62126207 A KR 870005187 A US 4732550 A	04-06-1987 10-06-1987 01-05-1991 08-06-1987 05-06-1987 22-03-1988

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3153706 B1 [0002] [0006] [0035]