

(19)



(11)

EP 4 538 532 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.04.2025 Patentblatt 2025/16

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04C 18/02 ^(2006.01) **F04C 23/00** ^(2006.01)
F04C 25/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **25160041.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04C 18/0215; F04C 18/0269; F04C 23/008;
F04C 25/02; F04C 2230/91; F04C 2270/701

(22) Anmeldetag: **25.02.2025**

(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:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **BECKER, Jonas**
35649 Bischoffen (DE)
• **STIBEN, David**
35614 Asslar (DE)
• **SÖHNGEN, Wolfgang**
35647 Waldsolms (DE)
• **HOFMANN, Jan**
35305 Grünberg (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)

(54) SCROLLVAKUUMPUMPE

(57) Scrollvakuumpumpe (10) umfassend ein Pumpsystem (20), das ein feststehendes Spiralbauteil (30) und ein mit diesem pumpwirksam zusammenwirkendes bewegliches Spiralbauteil (40) umfasst, eine im Betrieb um eine Drehachse rotierenden Antriebswelle (22) mit einem Exzenterabschnitt (24) zum Antreiben des beweglichen Spiralbauteils (40), und einen elektrischen Antriebsmotor (24) für die Antriebswelle (22).

In einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) ist ein minimaler radialer Abstand (230) zwischen einer radial inneren Innenseite (214) einer Kreiswand (210) und einer radial inneren Innenwandung (222) einer Kreisnut (220) kleiner als ein minimaler radialer Abstand (232) zwischen einer radial äußeren Außenseite (214) der Kreiswand (210) und einer radial äußeren Außenwandung (224) der Kreisnut (220).

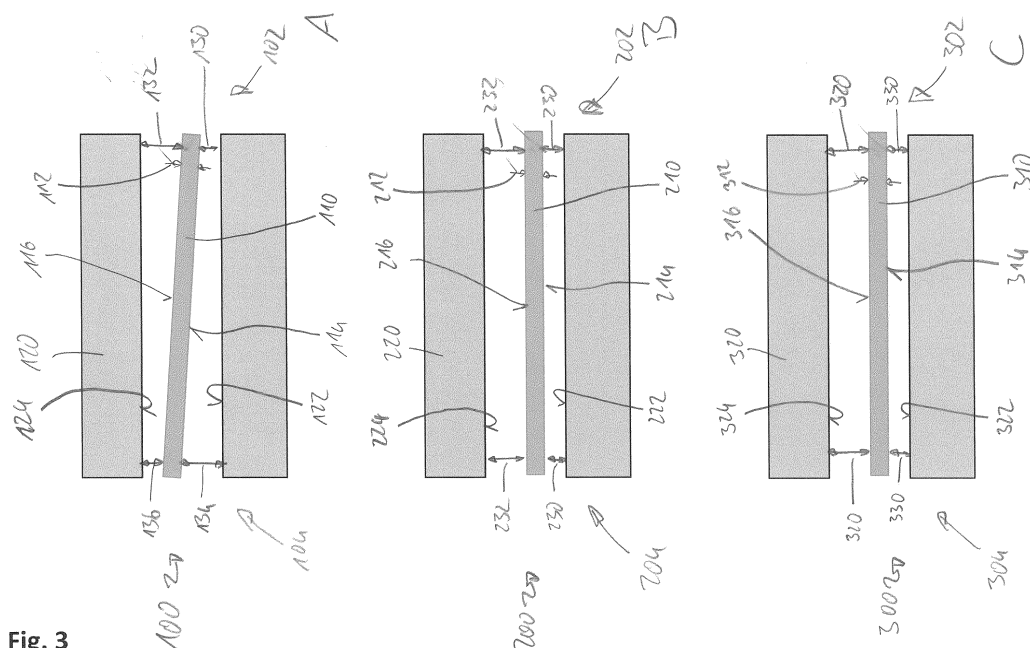


Fig. 3

EP 4 538 532 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft die Verbesserung von Scrollvakuumumpen. Erfindungsgemäße Scrollvakuumumpen umfassen ein Pumpsystem, das ein feststehendes Spiralbauteil und ein mit diesem pumpwirksam zusammenwirkendes bewegliches Spiralbauteil umfasst, eine im Betrieb um eine Drehachse rotierenden Antriebswelle mit einem Exzenterabschnitt zum Antreiben des beweglichen Spiralbauteils, und einen elektrischen Antriebsmotor für die Antriebswelle.

[0002] Scrollvakuumumpen sind grundsätzlich bekannt, z.B. aus EP 3 153 708 A2, EP 3 617 511 A2 und EP 3 647 599 A2.

[0003] Eine Scrollpumpe, insbesondere eine Scrollvakuumumpen, ist eine gegen Atmosphärendruck verdichtende Verdrängerpumpe, die sich unter anderem als Kompressor einsetzen lässt. Eine Scrollvakuumumpe kann zur Erzeugung eines Vakuums in einem Rezipienten verwendet werden, der an einen Gaseinlass der Scrollvakuumumpe angeschlossen ist.

[0004] Scrollvakuumumpen werden auch als Spiralvakuumumpen oder Spiralfördereinrichtungen bezeichnet. Das einer Scrollvakuumumpe zugrundeliegende Pumpprinzip ist aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt. Ein feststehendes Spiralbauteil weist in einem Träger eine spiralförmige Nut auf, in die eine spiralförmige Wand eingreift, die an einem entsprechenden Träger des beweglichen Spiralbauteils angeordnet ist. Optional können zusätzlich auch kreisförmige Nuten im feststehenden Spiralbauteil und entsprechend kreisförmig ausgestaltete Wände im beweglichen Spiralbauteil vorgesehen sein, um eine Pumpwirkung zu verbessern. Die Spiralbauteile sind so ineinandergesteckt, dass sich durch die Wand des beweglichen Spiralbauteils in der Nut des feststehenden Spiralbauteils sichelförmige Volumina ausbilden, die auch als Taschen bezeichnet werden. Das bewegliche Spiralbauteil kann über den Exzenterabschnitt der Antriebswelle auf einer kreisförmigen Bahn bewegt werden, weshalb dieses bewegliche Spiralbauteil zusammen mit ihrem Träger auch als Orbiter bezeichnet wird. Dieses bewegliche Spiralbauteil führt somit relativ zum feststehenden Spiralbauteil eine sogenannte zentralsymmetrische Oszillation aus, was auch als "Orbitieren" oder "Wobbeln" bezeichnet wird. Das feststehende Spiralbauteil wird dementsprechend zusammen mit seinem Träger auch als Stator bezeichnet. Ein zwischen einer Wand in der entsprechenden Nut eingeschlossenes sichelförmiges Volumen wandert während des Orbitierens des beweglichen Spiralbauteils innerhalb der Nut zunehmend nach innen, wodurch mittels des wandernden Volumens das zu pumpende Prozessgas von einem radial außenliegenden Gaseinlass des Pumpsystems nach radial innen zu einem, insbesondere in einer Mitte befindlichen, Gasauslass des Pumpsystems gefördert wird.

[0005] Der Exzenterantrieb, also die Antriebswelle mit dem Exzenterabschnitt, befindet sich innerhalb des Geh-

äuses der Scrollvakuumumpe auf der zu diesen wandernden Volumina abgewandten Seite des Trägers und ist in der Praxis meistens von einer verformbaren Hülse, beispielsweise einem Wellbalg, umgeben, der einerseits zur Abdichtung des Antriebs gegenüber dem Ansaugbereich und andererseits als Drehsicherung für den Orbiter dient, da sich dieser anderenfalls, also ohne eine Drehsicherung, um sich selbst drehen könnte. Um diese Drehsicherung zu gewährleisten, kann beispielsweise die verformbare Hülse an einem ersten Ende mit dem Träger verbunden sein, wohingegen das dem ersten Ende gegenüberliegende zweite Ende der verformbaren Hülse mittels mehrerer Befestigungsmittel im Inneren des Gehäuses am Gehäusegrund verschraubt sein kann. Bekannte Scrollvakuumumpen sind zumeist für einen Dauerbetrieb vorgesehen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere zu Beginn des Betriebs der Scrollvakuumumpe sich eine thermische Belastung insbesondere der Komponenten des Pumpsystems der Scrollvakuumumpe ändert, da sich diese Komponenten erwärmen und sich erst nach einer gewissen Zeit eine stabile Temperaturverteilung im Pumpsystem einstellt.

[0006] Ausgehend von den voranstehend beschriebenen bekannten Scrollvakuumumpen ist es daher Aufgabe der Erfindung, diese Scrollvakuumumpen zu verbessern. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, eine hohe Pumpleistung der Scrollvakuumumpe im Dauerbetrieb und/oder ein verbessertes Kaltstartverhalten derartiger Scrollvakuumumpen zu ermöglichen.

[0007] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Insbesondere wird die Aufgabe durch eine Scrollvakuumumpe gemäß Anspruch 1 gelöst. Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Scrollvakuumumpe ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0008] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch eine Scrollvakuumumpe mit einem Pumpsystem, das ein feststehendes Spiralbauteil und ein mit diesem pumpwirksam zusammenwirkendes bewegliches Spiralbauteil umfasst, einer im Betrieb um eine Drehachse rotierenden Antriebswelle mit einem Exzenterabschnitt zum Antreiben des beweglichen Spiralbauteils, und einem elektrischen Antriebsmotor für die Antriebswelle, wobei das bewegliche Spiralbauteil zusammen mit dem feststehenden Spiralbauteil einen kreisförmigen Kreisteil und einen radial innen an den Kreisteil anschließenden spiralförmigen Spiralteil bildet, wobei sich der Kreisteil und der Spiralteil jeweils von einem Einlassende zu einem Auslassende erstrecken und wobei das Auslassende des Kreisteils mit dem Einlassende des Spiralteils verbunden ist, wobei das bewegliche Spiralbauteil einen mit der Antriebswelle zusammenwirkenden Orbiterträger und das feststehende Spiralbauteil einen Statorträger aufweist, wobei der Spiralteil durch einen Eingriff einer sich ausgehend vom Orbiterträger erstreckenden spiralförmigen Spiralwand in eine im Statorträger angeordnete spiralförmige Spiralnute gebildet ist, und ferner der Kreisteil durch einen Ein-

griff einer sich ausgehend vom Orbiterträger erstreckenden kreisförmigen Kreiswand in eine im Statorträger angeordnete kreisförmige Kreisnut gebildet ist. Die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems ein minimaler radialer Abstand zwischen einer radial inneren Innenseite der Kreiswand und einer radial inneren Innenwandung der Kreisnut kleiner ist als ein minimaler radialer Abstand zwischen einer radial äußeren Außenseite der Kreiswand und einer radial äußeren Außenwandung der Kreisnut.

[0009] Die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe stellt eine Scrollvakuumpumpe mit einem wie vorab beschriebenen Pumpsystem dar. Das Pumpsystem weist insbesondere zwei Spiralbauteile auf, wobei eines der Spiralbauteile im Pumpsystem feststehend angeordnet ist, mit anderen Worten, während eines Betriebs der Scrollvakuumpumpe zur restlichen Scrollvakuumpumpe stationär bleibt. Das andere Spiralbauteil hingegen ist beweglich. Insbesondere ist das bewegliche Spiralbauteil mit einem Exzenterabschnitt der Antriebswelle mechanisch wirkverbunden, so dass dieses bewegliche Spiralbauteil, angetrieben durch den Antriebsmotor, die mit dem oben beschriebenen Orbitieren beziehungsweise Wobbeln verbundene Bewegung ausführt.

[0010] Das Pumpsystem der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe umfasst einen Kreisteil und einen Spiralteil, wobei der Spiralteil radial innerhalb des Kreisteils angeordnet ist. Sowohl der Kreisteil als auch der Spiralteil erstrecken sich von einem Einlassende zu einem Auslassende, wobei die Begriffe "Einlass" und "Auslass" mit Bezug auf die Pumprichtung des zu fördernden Fluids gewählt sind. Das Auslassende des Kreisteils ist mit dem Einlassende des Spiralteils verbunden, so dass sich insgesamt eine effektive Pumpstrecke vom Einlassende des Kreisteils bis zum Auslassende des Spiralteils ergibt. Bevorzugt ist das Auslassende des Spiralteils radial mittig im Pumpsystem angeordnet, wodurch automatisch das Einlassende des Spiralteils radial weiter außen angeordnet ist als das Auslassende des Spiralteils.

[0011] Sowohl im Kreisteil als auch im Spiralteil sind die oben beschriebenen sichelförmigen Volumina durch ein Wandelement gebildet, das in eine Nut eingreift. Für das Kreisteil ist eine kreisförmige Kreiswand und für das Spiralteil eine spiralförmige Spiralwand vorgesehen, die sich beide von einem Orbiterträger erstrecken, der als Teil des beweglichen Spiralbauteils mit der Antriebswelle, insbesondere mit dem Exzenterabschnitt, zusammenwirkt. Es ist zu beachten, dass die Kreiswand zum meist keinen Vollkreis von 360° beschreibt, sondern nur einen Teilkreis, zum Beispiel umfassend zwischen 300° und 345°. Die Spiralwand kann wiederum oftmals als eine Evolvente mathematisch beschrieben werden. Angepasst an die Ausführungen der Kreiswand und der Spiralwand sind im Statorträger des feststehenden Spiralbauteils entsprechend eine Kreisnut und eine Spiralnut vorgesehen.

[0012] Im montierten Zustand des Pumpsystems greifen die Kreiswand in die Kreisnut und die Spiralwand in die Spiralnut derart ein, dass sich zwischen diesen Bauteilen die sichelförmigen Volumina bilden. Durch das Orbitieren des beweglichen Spiralbauteils, und damit der Kreiswand in der Kreisnut und der Spiralwand in der Spiralnut, verschieben sich diese Volumina radial immer weiter nach innen, wodurch im Ergebnis das zu pumpende Fluid vom Einlassende des Kreisteils zu dessen Auslassende, dann zum Einlassende des Spiralteils und durch das Spiralteil zu dessen Auslassende, bevorzugt radial mittig im Pumpsystem, gefördert wird.

[0013] Die Dimensionierung und insbesondere die Anordnung der Kreiswand und der Spiralwand relativ zur Kreisnut beziehungsweise zur Spiralnut ist derart gewählt, dass während eines Betriebs, insbesondere eines Dauerbetriebs, eine möglichst gute Pumpleistung erreicht werden kann. Dies kann unter anderem dadurch erreicht werden, dass ein minimaler Abstand zwischen jeweiligen Wand und den Wandungen der Nut, also zwischen Spiralwand und jeweils den beiden Wandungen der Spiralnut sowie zwischen Kreiswand und jeweils den beiden Wandungen der Kreisnut, möglichst klein ist. Dadurch kann eine gute Abdichtung der entsprechend gebildeten sichelförmigen Volumina an deren beiden zulaufenden Enden erreicht werden, wodurch Pumpverluste minimiert werden können.

[0014] In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die oben eingeführten minimalen Abstände bedingt durch das Orbitieren des beweglichen Spiralbauteils in Bezug auf den feststehenden Spiralbauteil nicht ortsfest lokalisiert sind, sondern sowohl in der Spiralbahn als auch in der Kreisbahn von dem jeweiligen Einlassende in Richtung des Auslassendes wandern. Ein "minimaler Abstand" im Sinne der vorliegenden Erfindung stellt somit jeweils einen Abstand zwischen einer Wand und einer Wandung einer Nut dar, dessen Wert durch eine entsprechende relative Positionierung der Wand zur Wandung minimiert ist. Dies kann allgemein ohne Angabe einer spezifischen Position erfolgen, so dass dann der minimale Abstand über die gesamte Erstreckung der jeweiligen Wand in der Nut beschrieben ist. Alternativ kann die Angabe eines "minimalen Abstands" auch mit einer derartigen Positionsangabe erfolgen, beispielsweise "am Einlassende" oder "am Auslassende". In diesem Fall bezeichnet der "minimale Abstand" jeweils explizit den kleinsten annehmbaren Wert an dieser Position.

[0015] Wie voranstehend bereits ausgeführt, befindet sich das Pumpsystem im Dauerbetrieb in einem thermisch stabilen Zustand, wobei sich die Komponenten des Pumpsystems bis zum Erreichen dieses Zustands erwärmen. Durch diese Erwärmung kommt es zu einer Änderung der relativen Position der Spiralwand in der Spiralnut und der Kreiswand in der Kreisnut. Diese Änderung ist umso größer, je weiter radial außen sich ein betrachteter Abschnitt der jeweilige Wand befindet, und je größer eine Temperaturänderung ausfällt. Im Wesentlichen folgt eine Änderung der radialen Position (dr) einer

jeweiligen Wand folgender Formel:

$$dr \sim \alpha \cdot r \cdot dT$$

mit einer materialabhängigen Konstante α , der radialen Position r und der Temperaturänderung dT .

[0016] Es ist zu beachten, dass diese Formel den einfachen Fall beschreibt, wenn der Orbiterträger und der Statorträger, insbesondere zumindest jedoch die Spiralwand und die Kreiswand sowie die Spiralnute und die Kreisnute aus dem selben Material gefertigt sind. Bei unterschiedlichen Materialien für diese Bauelemente, die zumeist dann auch ein jeweils verschiedenes Ausdehnungsverhalten zeigen, wird obige Formel komplexer, um diesem Umstand Rechnung zu tragen.

[0017] Erfindungsgemäß hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems ein minimaler radialer Abstand zwischen einer radial inneren Innenseite der Kreiswand und einer radial inneren Innenwandung der Kreisnute kleiner ist als ein minimaler radialer Abstand zwischen einer radial äußeren Außenseite der Kreiswand und einer radial äußeren Außenwandung der Kreisnute. Ein thermisch kalter Zustand im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Montagezustand beziehungsweise Kaltzustand der Scrollvakuumpumpe. Die Scrollvakuumpumpe ist in ihrem thermisch kalten Zustand noch nicht in Betrieb, und war insbesondere zuvor auch derart lange nicht in Betrieb, dass die Komponenten des Pumpsystems wieder vollständig abgekühlt sind. Mit anderen Worten, im ausgeschalteten und abgekühlten Zustand der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe ist im Kreisteil der minimale Spalt, der sich zwischen der Kreiswand und einer entsprechenden Wandung der Kreisnute eingestellt werden kann, unterschiedlich, je nachdem ob die Kreiswand die radial äußere oder die radial innere Begrenzung des Spalts bildet. Der minimale Abstand ist kleiner, wenn die Kreiswand radial außen liegt, und größer, wenn die Kreiswand die radial innere Begrenzung des Spalts ausformt.

[0018] Entsprechend der obigen Formel wird sich eine radiale Position der Kreiswand bis zum Erreichen einer konstanten Betriebstemperatur ändern, wobei insbesondere eine Verlagerung der radialen Position nach radial außen erfolgt. Diese radiale Positionsänderung erfolgt insbesondere auch relativ zur Kreisnute, da durch die Anordnung der Kreisnute auf dem beweglichen Spiralbauteil diese sich relativ zur Kreisnute auf dem feststehenden Spiralbauteil mehr erwärmt. Durch die erfindungsgemäß vorgesehenen Unterschiede in den minimalen Abständen radial innen beziehungsweise radial außen zwischen der Kreiswand und der entsprechenden Wandung der Kreisnute kann ermöglicht werden, dass sich die minimalen Abstände, die sich während eines Dauerbetriebs einstellen, auf beiden Seiten der Kreiswand angleichen. Dies ermöglicht, auf beiden Seiten der Kreiswand einen insgesamt möglichst geringen minimalen Abstand einzustellen, um eine gute Abdichtung der entsprechend

gebildeten sichelförmigen Volumina an deren zulaufenden Enden zu erreichen und dadurch Pumpverluste zu minimieren.

[0019] Gemäß einer Weiterbildung kann bei der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe vorgesehen sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems ein minimaler radialer Abstand zwischen der Innenseite der Spiralwand und der Innenwandung der Spiralnute am Einlassende des Spiralteils kleiner ist als ein minimaler radialer Abstand zwischen der Innenseite der Kreiswand und der Innenwandung der Kreisnute am Auslassende des Kreisteils.

[0020] Wie oben bereits ausgeführt ist bei einer Erwärmung des Pumpsystems, und hier insbesondere des beweglichen Spiralbauteils, eine radiale Positionsverschiebung der Spiralwand und der Kreiswand zu erwarten, gemäß der oben angegebenen Formel insbesondere um so mehr, je weiter radial außen sich ein Abschnitt der jeweiligen Wand befindet. Ausgehend hiervon wäre anzunehmen, dass der minimale radiale Abstand zwischen der Innenseite der Spiralwand und der Innenwandung der Spiralnute am Einlassende des Spiralteils größer eingestellt werden sollte als der minimale radiale Abstand zwischen der Innenseite der Kreiswand und der Innenwandung der Kreisnute am Auslassende des Kreisteils. Es hat sich jedoch überraschenderweise herausgestellt, dass dies beim Kaltstart des Pumpsystems, also bei einem Beginn des Betriebs, zu Berührungen zwischen der Kreiswand und der Innenwandung der Kreisnute führt beziehungsweise führen kann. Eine solche Berührung wird auch als Anlaufen oder als Anlauf bezeichnet. Durch den in dieser Ausgestaltung vorgesehenen minimalen Abstand zwischen der Innenseite der Spiralwand und der radial innerhalb angeordneten Innenwandung der Spiralnute mit einem kleineren Wert als der minimale Abstand zwischen der Kreiswand und der radial innerhalb angeordneten Innenwandung der Kreisnute kann dieses sogenannte Anlaufen der Kreiswand an der Innenwandung der Kreisnute vermieden werden. Insgesamt kann auf diese Weise ein Kaltstartverhalten der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe verbessert werden.

[0021] Es wird darauf hingewiesen, dass im voranstehend beschriebenen Ausgestaltungsbeispiel der minimale Abstand zwischen der Innenseite der Spiralwand und der radial innerhalb angeordneten Innenwandung der Spiralnute im thermisch kalten Zustand des Pumpsystems bevorzugt auf die erreichbare Pumpleistung im Dauerbetrieb optimiert sein kann. Mit anderen Worten, die radiale Position der Spiralwand wird insbesondere unter Berücksichtigung dieser Vorgaben bezüglich der zu erreichenden Pumpleistung festgelegt, und basierend hierauf dann die radiale Position der Kreiswand entsprechend angepasst.

[0022] Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe auch dadurch gekennzeichnet sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems der minimale radiale Abstand zwischen der

Innenseite der Spiralwand und der Innenwandung der Spiralnut im Spiralteil vom Einlassende hin zum Auslassende zunimmt. Gemäß der oben angegebenen Formel ist die erwartete Änderung einer radialen Position der Spiralwand insbesondere umso größer, je weiter radial außen sich ein Abschnitt der Spiralwand befindet. Da sich die Spiralwand spiralförmig vom radial weiter außen angeordneten Einlassende des Spiralteils bis zum radial weiter innen, bevorzugt radial mittig, positionierten Auslassende des Spiralteils erstreckt, weist die Spiralwand je nach betrachtetem Abschnitt verschiedene Radien auf, wodurch wiederum unterschiedlich große Änderungen der jeweiligen radialen Position der Spiralwand zu erwarten sind. Insbesondere ist zu erwarten, dass die Änderungen vom Einlassende hin zum Auslassende abnehmen. Durch die vorgesehene Zunahme des minimalen radialen Abstand zwischen der Innenseite der Spiralwand und der Innenwandung der Spiralnut im Spiralteil vom Einlassende hin zum Auslassende kann dies kompensiert werden, bevorzugt derart, dass sich im Dauerbetrieb ein über die gesamte Erstreckung der Spiralwand konstanter minimaler Abstand einstellt. Dies ermöglicht insbesondere Pumpverluste zu minimieren.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe kann beispielsweise der minimale radiale Abstand zwischen der Innenseite der Spiralwand und der Innenwandung der Spiralnut im Spiralteil vom Einlassende auf hin zum Auslassende stetig zunehmen, bevorzugt linear zunehmen.

[0024] Auch kann bei der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe ferner vorgesehen sein, dass das bewegliche Spiralbauteil zusammen mit dem feststehenden Spiralbauteil zumindest einen sich radial außen an den Kreisteil anschließenden und mit diesem verbundenen weiteren kreisförmigen Kreisteil bilden, wobei sich der weitere Kreisteil von einem Einlassende zu einem Auslassende erstreckt und durch einen Eingriff einer sich ausgehend vom Orbiterträger erstreckenden weiteren kreisförmigen Kreiswand in eine im Statorträger angeordnete weitere kreisförmige Kreisnut gebildet ist. Die wesentliche Pumpwirkung der Scrollvakuumpumpe wird durch den Spiralteil bereitgestellt, wobei das vorhandene eine Kreisteil unterstützend wirkt. Kreisteile sind jedoch deutlich weniger aufwändig in der Herstellung, da die Elemente eines Kreisteils, insbesondere die Kreiswand und/oder die Kreisnut, als Drehteile gefertigt werden können, im Gegensatz zur Spiralwand und/oder Spiralnut, die aufwändig gefräst werden müssen. Durch das Vorsehen eines weiteren Kreisteils kann somit die Pumpwirkung der damit ausgestatteten erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe verbessert werden, ohne den Herstellungsaufwand übermäßig zu steigern.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe kann ferner vorgesehen sein, dass die Einlassenden und die Auslassenden des Kreisteils und des weiteren Kreisteils jeweils verbunden sind und dadurch der Kreisteil und der weitere Kreisteil parallel geschaltet sind, oder wobei das Aus-

lassende des weiteren Kreisteils mit dem Einlassende des Kreisteils verbunden ist und dadurch der Kreisteil und der weitere Kreisteil seriell geschaltet sind. Durch eine Parallelschaltung der Kreisteile kann insgesamt ein Pumpvolumen erhöht werden. Durch eine Seriellschaltung wiederum kann eine durch das gesamte Pumpsystem erreichbare Kompression gesteigert werden. Je nach Anforderung kann somit die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe entsprechend ausgebildet sein.

[0026] Es wird darauf hingewiesen, dass bei einem Vorhandensein von mehreren weiteren Kreisteilen auch Kombinationen aus Parallelschaltung und Seriellschaltung einzelner Kreisteile möglich sind.

[0027] Weiter kann die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe dahingehend ausgebildet sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems in dem weiteren Kreisteil ein minimaler radialer Abstand zwischen einer radialen Innenseite der weiteren Kreiswand und einer radial inneren Innenwandung der weiteren Kreisnut kleiner ist als ein minimaler radialer Abstand zwischen einer radialen Außenseite der weiteren Kreiswand und einer radial äußeren Außenwandung der weiteren Kreisnut. Auch die Kreiswand des weiteren Kreisteils erfährt zu Beginn des Betriebs eine Erwärmung, und folglich wird sich bis zum Erreichen des temperaturstabilen Dauerbetriebs auch die radiale Position dieser Kreiswand nach radial außen verschieben. In dieser Ausgestaltungsform sind die relativen minimalen Abstände im weiteren Kreisteil zwischen der Kreiswand und der Innen- beziehungsweise Außenwandung der Kreisnut analog zum bereits oben beschriebenen Kreisteil ausgebildet. Sämtliche Vorteile, die voranstehend bezüglich dieser Ausgestaltung des Kreisteils beschrieben wurden, können auch durch eine entsprechende Ausgestaltung des weiteren Kreisteils für dieses weitere Kreisteil ermöglicht werden. Insbesondere kann erreicht werden, Pumpverluste zu minimieren.

[0028] Ferner kann die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe auch dadurch gekennzeichnet sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems der minimale radiale Abstand zwischen der Innenseite der Kreiswand und der Innenwandung der Kreisnut und der minimale radiale Abstand zwischen der Innenseite der weiteren Kreiswand und der Innenwandung der weiteren Kreisnut gleich sind. Wie voranstehend ausgeführt, kann der minimale Abstand zwischen Kreiswand und Innenwandung der Kreisnut bei dem Kreisteil, der radial anschließend an den Spiralteil angeordnet ist, derart gewählt sein, dass ein Anlaufen der Kreiswand an der Innenwandung der Kreisnut vermieden werden kann. Der für diesen Kreisteil eingestellte minimale Abstand ist somit genau ausreichend, um dieses Anlaufen zu verhindern. Daher kann es vorteilhaft sein, auch den minimalen Abstand zwischen Innenseite der Kreiswand und Innenwandung der Kreisnut im weiteren Kreisteil entsprechend einzustellen, insbesondere auf denselben Wert. Aufwändige Versuchsreihen zum Ermitteln des einzustellenden minimalen Abstands für den weiteren

Kreisteil zum Verhindern eines Anlaufens können so vermieden werden.

[0029] Auch kann die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe dahingehend weitergebildet sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems der minimale radiale Abstand zwischen der Außenseite der Kreiswand und der Außenwandung der Kreisnut und der minimale radiale Abstand zwischen der Außenseite der weiteren Kreiswand und der Außenwandung der weiteren Kreisnut unterschiedlich sind.

[0030] In der zuvor beschriebene Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe sind die jeweils radial inneren Abstände zwischen den jeweiligen Innenseiten der Kreiswände und den jeweiligen Innenwandungen der Kreisnuten gleich ausgebildet. Da sich die Kreisteile, der zumindest eine Kreisteil und der weitere Kreisteil, auf verschiedenen radialen Positionen befinden und somit einen unterschiedlichen Radius aufweisen, kann es jedoch vorteilhaft sein, die gemäß obiger Formel zu erwartende unterschiedliche Änderung der radialen Position der jeweiligen Kreiswand bei Erwärmung zu berücksichtigen, um beispielsweise die bereits beschriebene Angleichung der minimalen Abstände zwischen der jeweiligen Kreiswand und der Innen- beziehungsweise Außenwandung der jeweiligen Kreisnut zu erreichen. Durch die in dieser Ausgestaltung vorgeschlagene Ausgestaltung mit unterschiedlichen minimalen radialen Abständen zwischen der Außenseite der jeweiligen Kreiswand und der Außenwandung der jeweiligen Kreisnut kann dies, alternativ oder zusätzlich zu gleichen minimalen Abständen auf der radialen Innenseite der jeweiligen Kreiswand, ermöglicht werden.

[0031] Gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe kann ferner vorgesehen sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems der minimale radiale Abstand zwischen der Außenseite der Kreiswand und der Außenwandung der Kreisnut kleiner ist als der minimale radiale Abstand zwischen der Außenseite der weiteren Kreiswand und der Außenwandung der weiteren Kreisnut. Der weitere Kreisteil ist radial außerhalb des bereits vorhandenen Kreisteils angeordnet, weist also insbesondere einen größeren Radius auf. Dies führt gemäß der oben angegebenen Formel zu einer größeren zu erwartenden Änderung des Radius bei einem Kaltstart bis zum Erreichen des Dauerbetriebs. Durch einen größeren minimalen Abstand im weiteren Kreisteil auf der radial äußeren Seite der Kreiswand, also zwischen der radial äußeren Außenseite der Kreiswand und der radial äußeren Außenwandung der Kreisnut, kann dies kompensiert werden, um dennoch eine Angleichung der minimalen Abstände im weiteren Kreisteil radial innen und radial außen zwischen der Kreiswand und der Innen- beziehungsweise Außenwandung der Kreisnut zu erhalten.

[0032] Auch kann ferner bei der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe vorgesehen sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems im Kreisteil zwischen dem Einlassende und dem Auslassende der

minimale radiale Abstand zwischen der Innenseite der Kreiswand und der Innenwandung der Kreisnut konstant ist, und/oder dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems in dem weiteren Kreisteil zwischen dem Einlassende und dem Auslassende der minimale radiale Abstand zwischen der Innenseite der weiteren Kreiswand und der Innenwandung der weiteren Kreisnut konstant ist.

[0033] Kreisteile weisen als kreisförmige Elemente einen jeweils konstanten Radius auf. Daher ist gemäß der oben angegebenen Formel, eine gleichmäßige Temperatur vorausgesetzt, auch eine über das gesamte jeweilige Kreisteil konstante Änderung der radialen Position zu erwarten. Durch über eine gesamte Erstreckung der jeweiligen Kreiswand konstanten minimalen Abstand zwischen einer Innenseite der Kreiswand und der Innenwandung der entsprechenden Kreisnut kann dies berücksichtigt werden, da sich bei einer über die gesamte Kreiswand gleiche radiale Positionsänderung im Ergebnis wieder ein konstanter Wert für den jeweiligen minimalen Abstand einstellen wird.

[0034] Alternativ oder zusätzlich kann die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe auch dahingehend ausgebildet sein, dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems im Kreisteil zwischen dem Einlassende und dem Auslassende der minimale radiale Abstand zwischen der Außenseite der Kreiswand und der Außenwandung der Kreisnut konstant ist, und/oder in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems im weiteren Kreisteil zwischen dem Einlassende und dem Auslassende der minimale radiale Abstand zwischen der Außenseite der weiteren Kreiswand und der Außenwandung der weiteren Kreisnut konstant ist.

[0035] Die zuvor für die radial inneren minimalen Abstände in den Kreisteilen aufgezeigten Überlegungen sind auch für die jeweils äußeren minimalen Abstände, also zwischen einer radialen Außenseite der jeweiligen Kreiswand und einer radialen Außenwandung der entsprechenden Kreisnut, gültig und entsprechend analog anwendbar. Auf für diese radial äußeren minimalen Abstände kann durch einen über die gesamte Erstreckung der jeweiligen Kreiswand konstanten minimalen Abstand erreicht werden, dass sich durch die über die gesamte Kreiswand gleich erwartete radiale Positionsänderung im Ergebnis wieder ein konstanter Wert für den jeweiligen minimalen Abstand einstellen wird.

[0036] Ferner kann bei der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe vorgesehen sein, dass eine radiale Wandstärke der Spiralwand und/oder der Kreiswand und/oder der weiteren Kreiswand konstant ist. Konstante Wandstärken sind mechanisch besonders einfach aufgebaut. Insbesondere Kreiswände, aber auch Spiralwände, mit konstanten radialen Wandstärken sind ferner auch besonders einfach herzustellen. Weiter ist insbesondere für Kreiswände, die im thermisch kalten Zustand konstante minimale Abstände zu den jeweiligen Innenbeziehungsweise Außenwandungen der entsprechenden Kreisnuten aufweisen, eine derartige konstante ra-

diale Wandstärke von Vorteil, da dadurch die Änderung der radialen Position der Kreiswand bei der Erwärmung auf eine Dauerbetriebs-Temperatur nicht oder nur unwesentlich beeinflusst wird. Mit Bezug auf die Spiralwand wird auf die oben bereits beschriebene Ausgestaltung verwiesen, in der ein innerer radialer minimaler Abstand zwischen der Innenseite der Spiralwand und einer Innenwandung der Spiralmutter vom Einlassende des Spiralteils in Richtung des Auslassendes des Spiralteils zunimmt. Da in dieser Ausgestaltung die entlang der Erstreckung der Spiralwand unterschiedlich zu erwartenden radialen Positionsänderungen bereits durch diese Änderung der minimalen Abstände kompensiert wird, kann auch für die Spiralwand die mechanisch einfache Ausgestaltung mit konstanter radialer Wandstärke gewählt werden.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausgestaltungsform kann die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe auch dadurch gekennzeichnet sein, dass die Innenseite und/oder die Außenseite der Spiralwand und/oder der Kreiswand und/oder der weiteren Kreiswand mit zumindest einer Beschichtung versehen sind. Beschichtungen können viele verschiedene Eigenschaften aufweisen. Beispielsweise kann durch eine Beschichtung eine Reibung zwischen Bauteilen, beispielsweise zwischen einer Spiralwand und einer zugehörigen Spiralmutter, vermindert werden. Auch eine Oberflächenhärte eines Bauteils kann durch eine entsprechende Beschichtung verändert, insbesondere erhöht werden. Insgesamt kann eine Erhöhung einer Widerstandsfähigkeit von Oberflächen gegenüber reaktiven Elementen durch eine Beschichtung erhöht werden, wodurch beispielsweise ein Einsatz einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe mit einem reaktiven zu pumpenden Fluid ermöglicht werden kann.

[0038] Die Beschichtung kann einlagig oder mehrlagig ausgebildet sein. Mit anderen Worten, die gesamte Beschichtung kann auch aus mehreren einzelnen Beschichtungen bestehen. Bei mehrlagigen Beschichtungen können die einzelnen Lagen aus dem selben Beschichtungsmaterial bestehen. Alternativ können auch zumindest zwei der verwendeten Beschichtungslagen unterschiedliche Materialien aufweisen.

[0039] Gemäß einer ersten Weiterentwicklung kann bei der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe ferner vorgesehen sein, dass eine Dicke der Beschichtung entlang einer umlaufenden Erstreckung der Spiralwand und/oder der Kreiswand und/oder der weiteren Kreiswand konstant ist. Eine Beschichtung mit einer konstanten Dicke stellt eine fertigungstechnisch besonders einfache Art der Beschichtung dar. Die Beschichtung kann beispielsweise durch ein gleichmäßiges Aufsprühen der Beschichtung auf die Innenseite und/oder die Außenseite der Spiralwand beziehungsweise der Kreiswand erfolgen.

[0040] Alternativ oder zusätzlich kann die erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpe auch dahingehend weitergebildet sein, dass eine Dicke der Beschichtung entlang einer umlaufenden Erstreckung der Spiralwand und/oder der Kreiswand und/oder der weiteren Kreiswand

variabel ist. Wie voranstehend bereits mehrfach erläutert kann es sinnvoll und/oder nötig sein, einen inneren oder äußeren minimalen Abstand zwischen der Spiralwand und der entsprechenden Wandung der Spiralmutter beziehungsweise zwischen der Kreiswand und der entsprechenden Wandung der Kreismutter einzustellen. Eine Beschichtung mit einer variablen Dicke bietet hierbei insbesondere zwei Möglichkeiten, einen derartigen minimalen Abstand zu beeinflussen. Zum einen kann die variable Dicke der Beschichtung eingesetzt werden, um Ungenauigkeiten beim Einstellen der minimalen Abstände zu kompensieren, die beispielsweise während der mechanischen Fertigung der Bauelemente, insbesondere zum Beispiel der Spiralwand oder einer der Kreiswände, entstanden sind. Zum anderen kann die variable Dicke der Beschichtung aber auch eingesetzt werden, diese Einstellung eines minimalen Abstands erstmalig vorzunehmen. Zum Erzeugen einer derartigen variablen Dicke können verschiedene Methoden verwendet werden. Ohne Einschränkung kann beispielsweise ein Bereich einer Spiralwand, in der eine dickere Beschichtung gewünscht ist, mehrmals beschichtet werden, oder zum Beispiel auch bei einer Sprühbeschichtung eine Vorschubgeschwindigkeit eines Sprühkopfes für diese Bereiche vermindert werden.

[0041] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es zeigen jeweils schematisch:

- Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe in einer Schnittansicht,
- Fig. 2 eine Schnittansicht eines Pumpsystems einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe, und
- Fig. 3 eine schematische Darstellung zur Erläuterung minimalen Abstände im Spiralmutterteil und in zwei Kreisteilen.

[0042] Fig. 1, 2 zeigen schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe 10. In Fig. 1 ist ein Schnittbild einer gesamten Scrollvakuumpumpe 10 abgebildet, in Fig. 2 eine Schnittansicht eines Pumpsystems 20 der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe 10 aus Fig. 1. Im Folgenden werden beide Fig. 1, 2 gemeinsam beschrieben, wobei auf die verschiedenen Darstellungen gesondert eingegangen wird.

[0043] Die in Fig. 1 abgebildete Scrollvakuumpumpe 10 umfasst, wie im Wesentlichen alle Scrollvakuumumpen 10, ein Pumpsystem 20 mit einem feststehenden Spiralbauteil 30 und einem beweglichen Spiralbauteil 40, die während des Betriebs pumpwirksam zusammenwirken. Ferner umfasst die Scrollvakuumpumpe 10 eine im Betrieb um eine Drehachse rotierende Antriebswelle 22 mit einem Exzenterabschnitt 24 zum Antreiben des beweglichen Spiralbauteils 40. Ferner ist die abgebildete Scrollvakuumpumpe 10 mit einem elektrischen Antriebsmotor 26 versehen, der dazu dient, die Antriebswelle 22 in Rotation um die Drehachse zu versetzen.

[0044] Am vorderen Ende eines Pumpengehäuses 28 der Scrollvakuumpumpe 10 befindet sich das Pumpsystem 20 mit dem feststehenden Spiralbauteil 30 und dem beweglichen Spiralbauteil 40. Das auch als Spiralgehäuse bezeichnete feststehende Spiralbauteil 30 ist auf das vordere Ende des Pumpengehäuses 28 stirnseitig aufgeschraubt und von einer ebenfalls am Pumpengehäuse 28 angebrachten Haube umgeben.

[0045] Das bewegliche Spiralbauteil 40 umfasst einen Orbiterträger 42, das feststehende Spiralbauteil 30 einen Statorträger 32. In der dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe 10 gehen vom Orbiterträger 42 eine Spiralwand 110, eine Kreiswand 210 sowie eine weitere Kreiswand 310 aus, die in entsprechende Nuten, insbesondere eine Spiralnut 120, eine Kreisnut 220 sowie eine weitere Kreisnut 320, eingreifen, die im Statorträger 32 angeordnet sind.

[0046] Dadurch werden ein radial mittlerer Spiralteil 100 sowie zwei radial außen anschließende Kreisteile 200, 300 gebildet, siehe insbesondere Fig. 2. Die beiden Kreisteile 200, 300 sind durch eine Verbindung ihrer Einlassenden 202, 302 und weiter ihrer Auslassenden 204, 304 parallel geschaltet. Weiter sind die Auslassenden 204, 304 der Kreisteile mit dem Einlassende 102 des Spiralteils 100 verbunden (nicht dargestellt).

[0047] Zwischen den jeweiligen Wänden 110, 210, 310 und Wandungen 122, 124, 222, 224, 322, 324 der Nuten 120, 220, 320 (vgl. Fig. 3) bilden sich sichelförmige Volumina oder Taschen. Durch die durch den Exzenterabschnitt 24 hervorgerufene wobbelnde Bewegung des Orbiterträgers 42 relativ zum Statorträger 32 bewegen sich diese Volumina beziehungsweise Taschen in den Kreisteilen 200, 300 und im Spiralteil 100, wodurch als Ergebnis ein zu förderndes Fluid, zumeist ein Gas, vom Einlassende 202, 302 der Kreisteile 200, 300 zu deren Auslassende 204, 304, weiter zum Einlassende 102 des Spiralteils 100 und letztendlich zu dessen Auslassende 104 gefördert wird.

[0048] Weiter können die Spiralwand 110, die Kreiswand 210 und/oder die weitere Kreiswand 310 eine Beschichtung 50 aufweisen, insbesondere auf der jeweiligen Innenseite 114, 214, 314 oder Außenseite 116, 216, 316 (vgl. Fig. 3). Durch eine derartige Beschichtung 50 kann beispielsweise eine Reibung im Pumpsystem 20 verringert, und/oder eine Widerstandsfähigkeit insbesondere der Wände 110, 210, 310 gegenüber reaktiven oder aggressiven Gasen erhöht werden. Die Beschichtung 50 kann ein oder mehrlagig ausgeführt sein, aus einem oder mehreren Materialien. Eine Dicke der Beschichtung kann homogen oder variabel sein, wobei letzteres auch für eine Einstellung von minimalen Abständen 130, 132, 134, 136, 230, 232, 330, 332 (vgl. Fig. 3) herangezogen werden kann.

[0049] In Fig. 3 sind für die in Fig. 1, 2 gezeigte Scrollvakuumpumpe 10 der Spiralteil 100 (Abbildung A), der Kreisteil 200 (Abbildung B) sowie der weitere Kreisteil 300 (Abbildung C) dargestellt, jeweils entlang ihrer Erstreckung zwischen den Einlassenden 102, 202, 302

(jeweils rechts in den Abbildungen) und ihren Auslassenden 104, 204, 304 (in den Abbildungen links). Die gewählte Darstellung zeigt für jede Position entlang dieser Erstreckung jeweils die minimal möglichen Abstände 130, 132, 134, 136, 230, 232, 330, 323, die bei einer entsprechenden relativen Positionierung des Orbiterträgers 42 zum Statorträger 32 (vgl. Fig. 1, 2) eingenommen werden können. Es ist also nicht eine Abwicklung einer speziellen Positionierung beispielsweise der Kreiswand 210 in der Kreisnut 220 gezeigt, da diese Darstellung eine Oszillation der Abstände der Kreiswand 210 zu den Wandungen 222, 224 der Kreisnut 220 zeigen würde, wodurch die zuvor beschriebenen Taschen gebildet werden.

[0050] Die gezeigten Abstände 130, 132, 134, 136, 230, 232, 330, 332 sind für einen Zustand der Scrollvakuumpumpe 10 in einem thermisch kalten Zustand gezeigt. Mit anderen Worten, es sind die Werte, die am Anfang eines Kaltstarts der Scrollvakuumpumpe 10 vorliegen. Durch die beim Betrieb auftretende Erwärmung werden die jeweiligen Wände 110, 210, 310 nach radial außen versetzt, jeweils umso mehr je weiter sie von einem Zentrum entfernt sind.

[0051] Abbildung A ist deutlich entnehmbar, dass im Spiralteil 100 der radial inneren minimale Abstand 130 am Einlassende 102 einen geringeren Wert aufweist wie der der radial innere minimale Abstand 134 am Auslassende 102. Beide Abstände 130, 134 sind zwischen einer Innenseite 114 der Spiralwand 110 und einer radial inneren Innenwandung 122 der Spiralnut 120 definiert. Umgekehrt nimmt gleichzeitig ein radial äußerer minimaler Abstand 132, 136, festgelegt zwischen einer Außenseite 116 der Spiralwand 110 und einer radial äußeren Außenwandung 124 der Spiralnut 120, vom Einlassende 102 hin zum Auslassende 104 ab. Beide Änderungen berücksichtigen, dass das Auslassende 104 des Spiralteils 100 bevorzugt mittig im Pumpsystem 20 angeordnet ist, und das Einlassende 102 entsprechend radial weiter außen (vgl. Fig. 2). Im Dauerbetrieb der Scrollvakuumpumpe 10, also nach dem Temperaturanstieg bei dann konstanter Temperatur, ergeben sich bevorzugt konstanten innere minimale Abstände 130, 134 und äußere minimale Abstände 132, 136.

[0052] Abbildungen B, C zeigen jeweils die Situation für die Kreisteile 200, 300. Im Gegensatz zum Spiralteil 100 (Abbildung A) befinden sich die Kreiswände 210, 310 im Wesentlichen auf einem konstanten Radius. Aus diesem Grund sind die Werte der minimalen inneren Abstände 230, 330, jeweils ermittelt analog zum Spiralteil 100 zwischen einer Innenseite 214, 314 der jeweiligen Kreiswand 210, 310 und einer radial inneren Innenwandung 222, 322 der jeweiligen Kreisnut 220, 320, am jeweiligen Einlassende 202, 302 und am jeweiligen Auslassende 204, 304 identisch. Gleiches gilt für die Werte der minimalen äußeren Abstände 232, 332. Auch diese sind, erneut analog zum Spiralteil, zwischen einer Außenseite 216, 316 der jeweiligen Kreiswand 210, 310 und einer radial äußeren Außenwandung 224, 324 der jewei-

ligen Kreisnut 220, 320 definiert.

[0053] Bevorzugt können der radial innere minimale Abstand 230 des radial innenliegenden Kreisteils 200 (vgl. Fig. 2) und der radial innere minimale Abstand 330 des weiteren Kreisteils 300 einen gleichen Wert annehmen.

[0054] Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass der radial innere minimale Abstand 230 des radial innenliegenden Kreisteils 200 an dessen Auslassende 204 größer ist, als ein radial innerer minimaler Abstand 130 des Spiralteils 100.

[0055] Um die radiale Position des weiteren Kreisteils 300 außerhalb des radial inneren Kreisteils 200 zu berücksichtigen, kann der radial äußere minimale Abstand 232 des Kreisteils 200 kleiner sein als der radial äußere minimale Abstand 332 des weiteren Kreisteils 300.

[0056] Zusammenfassend sind die Werte der minimalen Abstände 130, 132, 134, 136, 230, 232, 330, 332 derart gewählt, dass sie eine relative Änderung bei Temperaturanstieg der jeweiligen Wände 110, 210, 310 kompensieren. Gleichzeitig sind sie nicht zu klein gewählt, um ein Anlaufen der Wände 110, 210, 310 in den entsprechenden Nuten 120, 220, 320 bei einem Kaltstart zu verhindern.

Bezugszeichenliste

[0057]

| | |
|-----|-----------------------------|
| 10 | Scrollvakuumpumpe |
| 20 | Pumpsystem |
| 22 | Antriebswelle |
| 24 | Exzenterabschnitt |
| 26 | Antriebsmotor |
| 28 | Pumpengehäuse |
| 30 | feststehendes Spiralbauteil |
| 32 | Statorträger |
| 40 | bewegliches Spiralbauteil |
| 42 | Orbitrträger |
| 50 | Beschichtung |
| 100 | Spiralteil |
| 102 | Einlassende |
| 104 | Auslassende |
| 110 | Spiralwand |
| 112 | Wandstärke |
| 114 | Innenseite |
| 116 | Außenseite |
| 120 | Spiralnute |
| 122 | Innenwandung |
| 124 | Außenwandung |

| | |
|-----|--|
| 130 | radial innerer minimaler Abstand (Einlassende) |
| 132 | radial äußerer minimaler Abstand (Einlassende) |
| 134 | radial innerer minimaler Abstand (Auslassende) |
| 136 | radial äußerer minimaler Abstand (Auslassende) |
| 5 | |
| 200 | Kreisteil |
| 202 | Einlassende |
| 204 | Auslassende |
| 10 | |
| 210 | Kreiswand |
| 212 | Wandstärke |
| 214 | Innenseite |
| 216 | Außenseite |
| 15 | |
| 220 | Kreisnut |
| 222 | Innenwandung |
| 224 | Außenwandung |
| 20 | |
| 230 | radial innerer minimaler Abstand |
| 232 | radial äußerer minimaler Abstand |
| 300 | weiterer Kreisteil |
| 302 | Einlassende |
| 304 | Auslassende |
| 25 | |
| 310 | weitere Kreiswand |
| 312 | Wandstärke |
| 314 | Innenseite |
| 316 | Außenseite |
| 30 | |
| 320 | weitere Kreisnut |
| 322 | Innenwandung |
| 324 | Außenwandung |
| 35 | |
| 330 | radial innerer minimaler Abstand |
| 332 | radial äußerer minimaler Abstand |

Patentansprüche

- 40 **1.** Scrollvakuumpumpe (10) mit
- einem Pumpsystem (20), das ein feststehendes Spiralbauteil (30) und ein mit diesem pumpwirksam zusammenwirkendes bewegliches Spiralbauteil (40) umfasst,
 - einer im Betrieb um eine Drehachse rotierenden Antriebswelle (22) mit einem Exzenterabschnitt (24) zum Antreiben des beweglichen Spiralbauteils (40), und
 - einem elektrischen Antriebsmotor (24) für die Antriebswelle (22), wobei das bewegliche Spiralbauteil (40) zusammen mit dem feststehenden Spiralbauteil (30) einen kreisförmigen Kreisteil (200) und einen radial innen an den Kreisteil (200) anschließenden spiralförmigen Spiralteil (100) bildet, wobei sich der Kreisteil (200) und der Spiralteil (100) jeweils von einem Einlassende (202, 102) zu einem Auslassende

- (204, 104) erstrecken und wobei das Auslassende (204) des Kreisteils (200) mit dem Einlassende (102) des Spiralteils (100) verbunden ist, wobei das bewegliche Spiralbauteil (40) einen mit der Antriebswelle (22) zusammenwirkenden Orbiterträger (42) und das feststehende Spiralbauteil (30) einen Statorträger (32) aufweist, wobei der Spiralteil (100) durch einen Eingriff einer sich ausgehend vom Orbiterträger (42) erstreckenden spiralförmigen Spiralwand (110) in eine im Statorträger (32) angeordnete spiralförmige Spiralnute (120) gebildet ist, und ferner der Kreisteil (200) durch einen Eingriff einer sich ausgehend vom Orbiterträger (42) erstreckenden kreisförmigen Kreiswand (210) in eine im Statorträger (32) angeordnete kreisförmige Kreisnute (220) gebildet ist, und wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) ein minimaler radialer Abstand (230) zwischen einer radial inneren Innenseite (214) der Kreiswand (210) und einer radial inneren Innenwandung (222) der Kreisnute (220) kleiner ist als ein minimaler radialer Abstand (232) zwischen einer radial äußeren Außenseite (214) der Kreiswand (210) und einer radial äußeren Außenwandung (224) der Kreisnute (220).
2. Scrollvakuumpumpe (10) nach Anspruch 1, wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) ein minimaler radialer Abstand (130) zwischen der Innenseite (114) der Spiralwand (110) und der Innenwandung (122) der Spiralnute (120) am Einlassende (102) des Spiralteils (100) kleiner ist als ein minimaler radialer Abstand (230) zwischen der Innenseite (214) der Kreiswand (210) und der Innenwandung (222) der Kreisnute (220) am Auslassende (204) des Kreisteils (200).
 3. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) der minimale radiale Abstand (130, 134) zwischen der Innenseite (114) der Spiralwand (110) und der Innenwandung (122) der Spiralnute (120) im Spiralteil (100) vom Einlassende (102) hin zum Auslassende (104) zunimmt.
 4. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das bewegliche Spiralbauteil (40) zusammen mit dem feststehenden Spiralbauteil (30) zumindest einen sich radial außen an den Kreisteil (200) anschließenden und mit diesem verbundenen weiteren kreisförmigen Kreisteil (300) bilden, wobei sich der weitere Kreisteil (300) von einem Einlassende (302) zu einem Auslassende (304) erstreckt und durch einen Eingriff einer sich ausgehend vom Orbiterträger (42) erstreckenden weiteren kreisförmigen Kreiswand (310) in eine im Statorträger (32) angeordnete weitere kreisförmige Kreisnute (320) gebildet ist.
 5. Scrollvakuumpumpe (10) nach Anspruch 4, wobei die Einlassenden (202, 302) und die Auslassenden (204, 304) des Kreisteils (200) und des weiteren Kreisteils (300) jeweils verbunden sind und dadurch der Kreisteil (200) und der weitere Kreisteil (300) parallel geschaltet sind, oder wobei das Auslassende (304) des weiteren Kreisteils (300) mit dem Einlassende (202) des Kreisteils (200) verbunden ist und dadurch der Kreisteil (200) und der weitere Kreisteil (300) seriell geschaltet sind.
 6. Scrollvakuumpumpe (10) nach Anspruch 4 oder 5, wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) in dem weiteren Kreisteil (300) ein minimaler radialer Abstand (330) zwischen einer radialen Innenseite (314) der weiteren Kreiswand (310) und einer radial inneren Innenwandung (322) der weiteren Kreisnute (320) kleiner ist als ein minimaler radialer Abstand (332) zwischen einer radialen Außenseite (314) der weiteren Kreiswand (310) und einer radial äußeren Außenwandung (324) der weiteren Kreisnute (320).
 7. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche 4 bis 6, wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) der minimale radiale Abstand (230) zwischen der Innenseite (214) der Kreiswand (210) und der Innenwandung (222) der Kreisnute (220) und der minimale radiale Abstand (330) zwischen der Innenseite (314) der weiteren Kreiswand (310) und der Innenwandung (322) der weiteren Kreisnute (320) gleich sind.
 8. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche 4 bis 6, wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) der minimale radiale Abstand (232) zwischen der Außenseite (214) der Kreiswand (210) und der Außenwandung (224) der Kreisnute (220) und der minimale radiale Abstand (332) zwischen der Außenseite (314) der weiteren Kreiswand (310) und der Außenwandung (324) der weiteren Kreisnute (320) unterschiedlich sind.
 9. Scrollvakuumpumpe (10) nach Anspruch 8, wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) der minimale radiale Abstand (232) zwischen der Außenseite (214) der Kreiswand (210) und der Außenwandung (224) der Kreisnute (220) kleiner ist als der minimale radiale Abstand (332) zwischen der Außenseite (314) der weiteren

Kreiswand (310) und der Außenwandung (324) der weiteren Kreisnut (320).

10. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

5

wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) im Kreisteil (200) zwischen dem Einlassende (202) und dem Auslassende (204) der minimale radiale Abstand (230) zwischen der Innenseite (214) der Kreiswand (210) und der Innenwandung (222) der Kreisnut (220) konstant ist, und/oder

10

dass in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) in dem weiteren Kreisteil (300) zwischen dem Einlassende (302) und dem Auslassende (304) der minimale radiale Abstand (330) zwischen der Innenseite (314) der weiteren Kreiswand (310) und der Innenwandung (322) der weiteren Kreisnut (320) konstant ist.

15

20

11. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

25

wobei in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) im Kreisteil (200) zwischen dem Einlassende (202) und dem Auslassende (204) der minimale radiale Abstand (232) zwischen der Außenseite (214) der Kreiswand (210) und der Außenwandung (224) der Kreisnut (220) konstant ist, und/oder

30

in einem thermisch kalten Zustand des Pumpsystems (20) im weiteren Kreisteil (300) zwischen dem Einlassende (302) und dem Auslassende (304) der minimale radiale Abstand (332) zwischen der Außenseite (314) der weiteren Kreiswand (310) und der Außenwandung (324) der weiteren Kreisnut (320) konstant ist.

35

40

12. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine radiale Wandstärke (112, 212, 312) der Spiralwand (110) und/oder der Kreiswand (210) und/oder der weiteren Kreiswand (310) konstant ist.

45

13. Scrollvakuumpumpe (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Innenseite (114, 214, 314) und/oder die Außenseite (114, 214, 314) der Spiralwand (110) und/oder der Kreiswand (210) und/oder der weiteren Kreiswand (310) mit zumindest einer Beschichtung (50) versehen sind.

50

14. Scrollvakuumpumpe (10) nach Anspruch 13, wobei eine Dicke der Beschichtung (50) entlang einer umlaufenden Erstreckung der Spiralwand (110) und/oder der Kreiswand (210) und/oder der weiteren Kreiswand (310) konstant ist.

55

15. Scrollvakuumpumpe (10) nach Anspruch 13 oder 14, wobei eine Dicke der Beschichtung (50) entlang einer umlaufenden Erstreckung der Spiralwand (110) und/oder der Kreiswand (210) und/oder der weiteren Kreiswand (310) variabel ist.

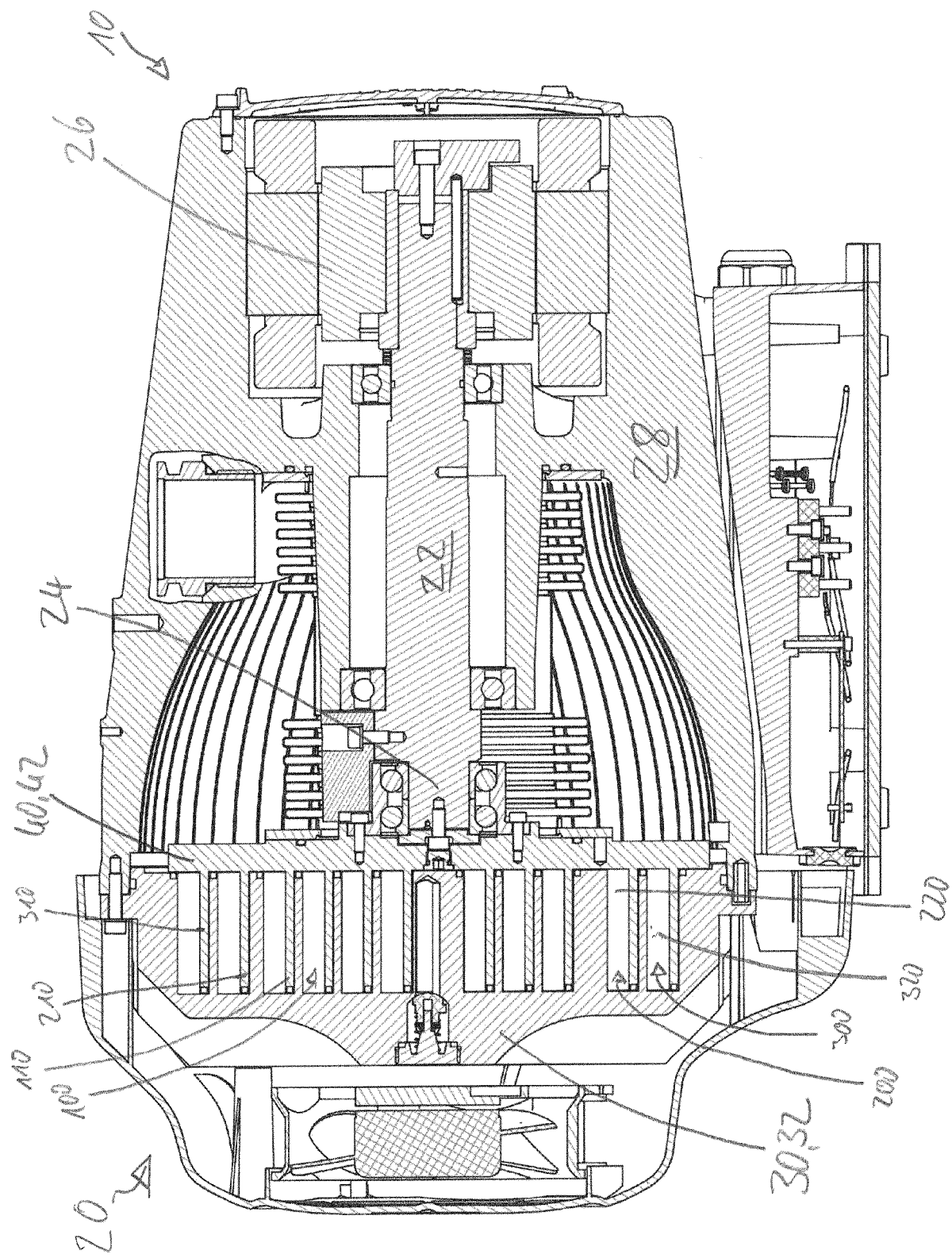


Fig. 1

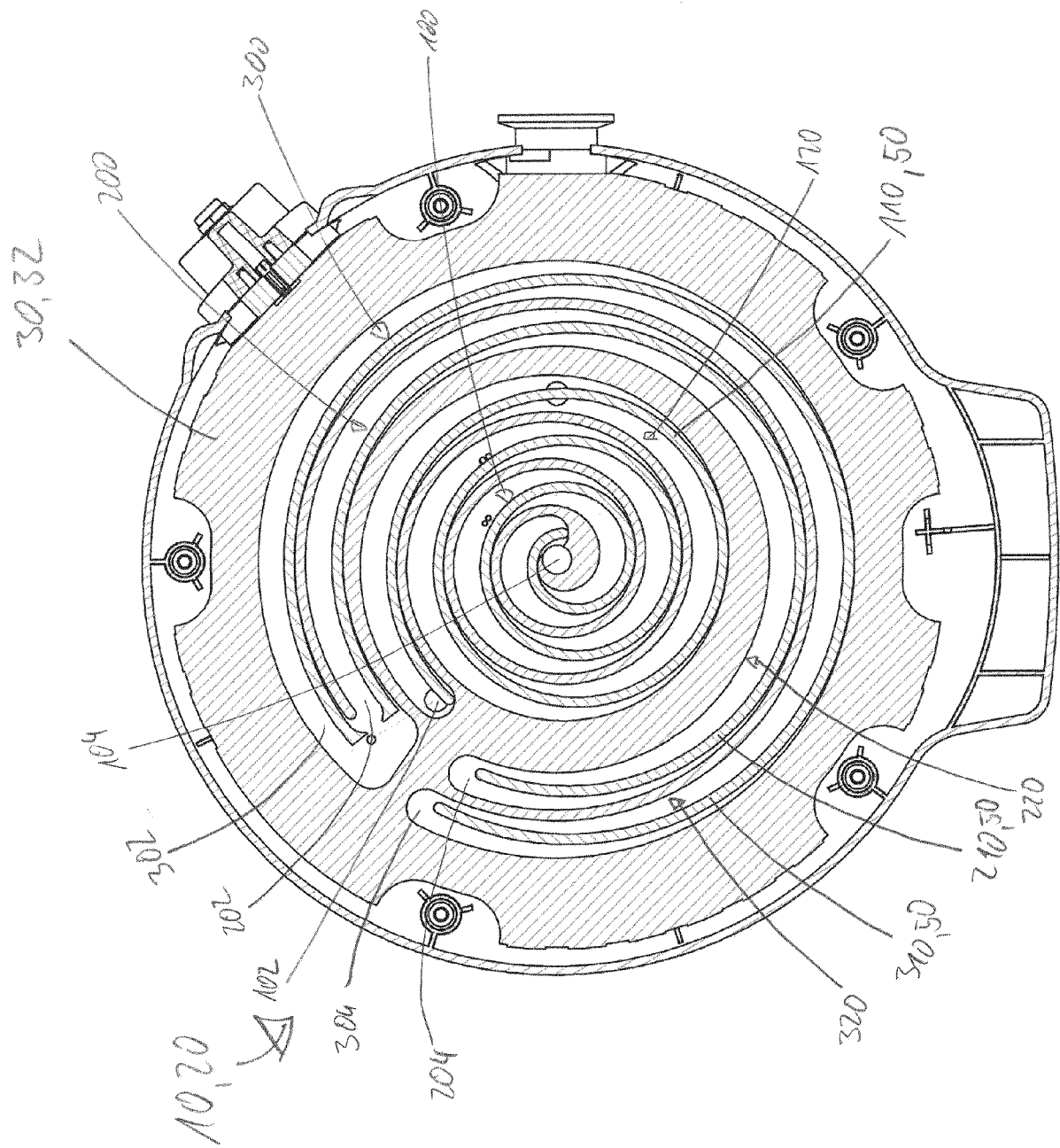
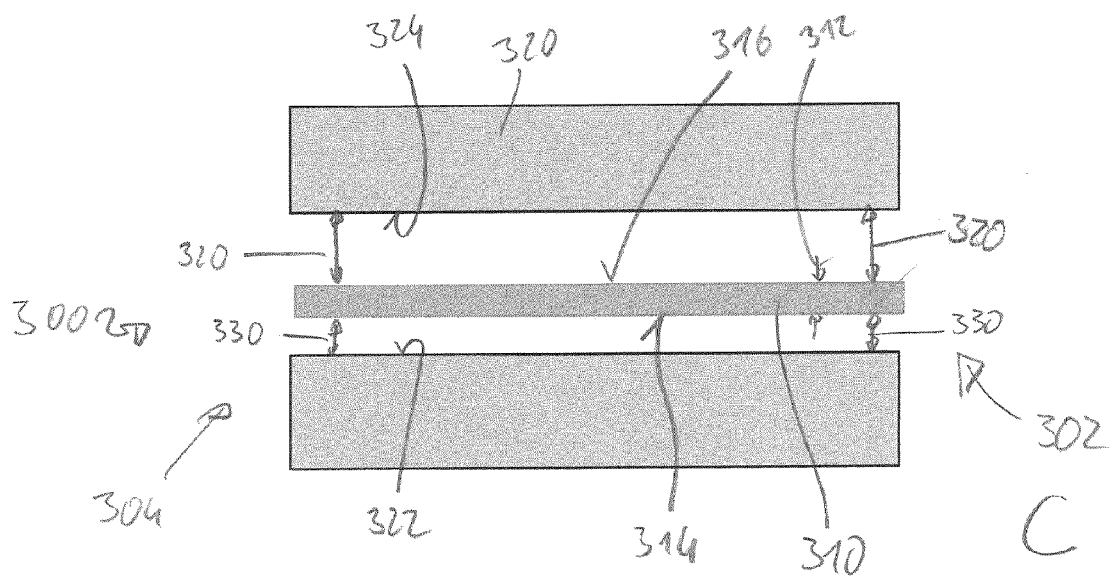
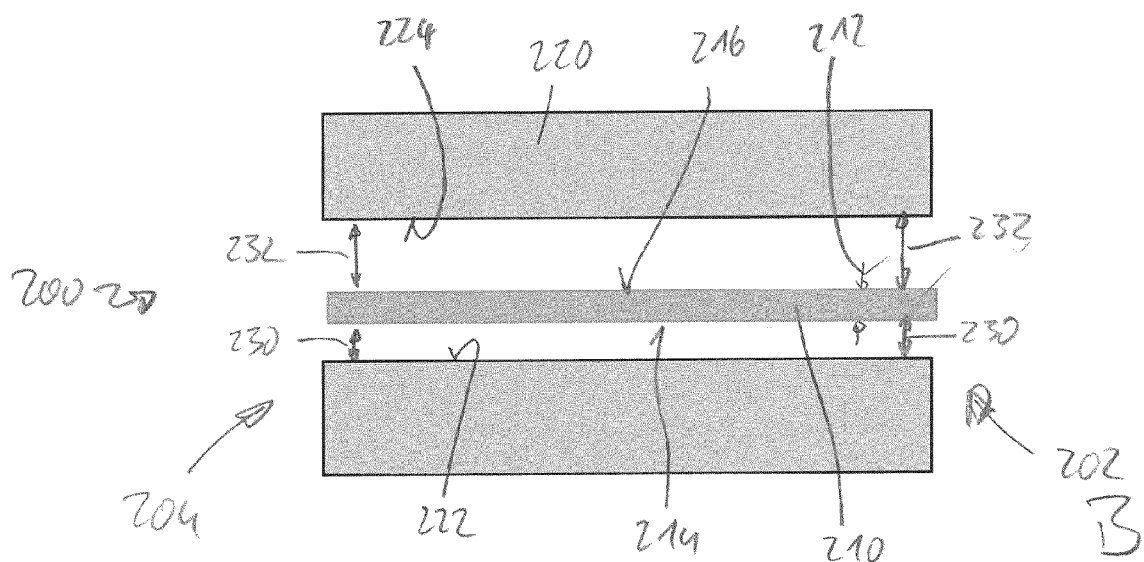
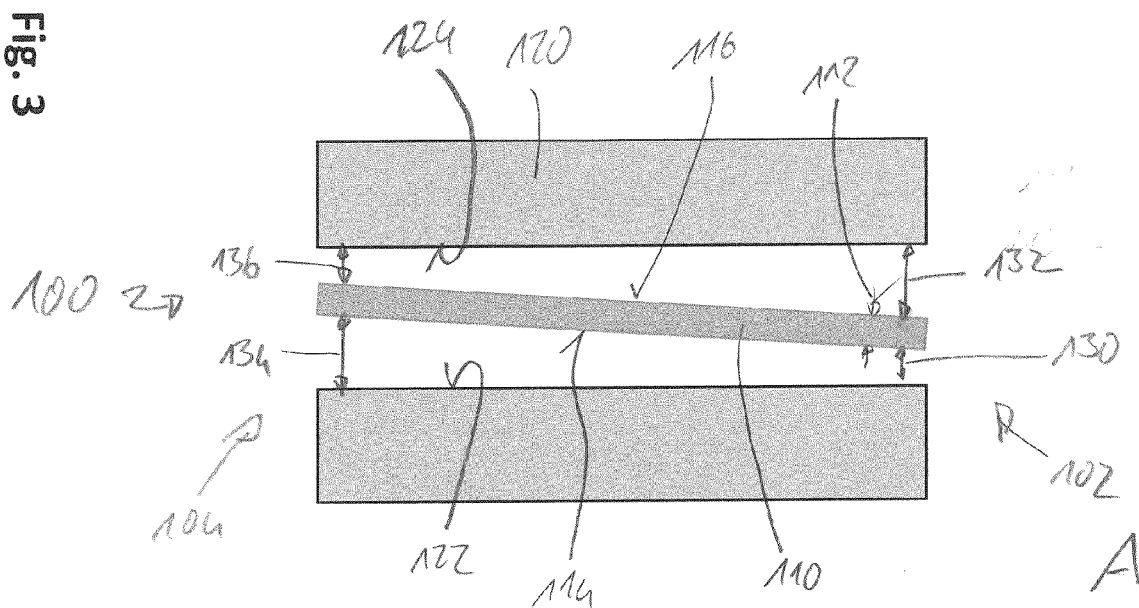
2. 50
E. iii

Fig. 3



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 3153708 A2 [0002]
- EP 3617511 A2 [0002]
- EP 3647599 A2 [0002]