



(11)

EP 3 647 599 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.12.2021 Patentblatt 2021/51

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F01C 21/10** ^(2006.01)
F04C 25/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19201749.9**

(22) Anmeldetag: **07.10.2019**

(54) **VAKUUMPUMPE, SCROLLPUMPE UND HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR SOLCHE**

VACUUM PUMP, SCROLL PUMP AND METHOD OF MANUFACTURING SAME

POMPE À VIDE, POMPE D'EXTRACTION ET PROCÉDÉ DE FABRICATION DES TELLES POMPES

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.05.2020 Patentblatt 2020/19

(60) Teilanmeldung:
20184951.0
20200624.3 / 3 754 200

(73) Patentinhaber: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder:
• **Willig, Michael**
35633 Lahnau (DE)
• **Hofmann, Jan**
35305 Grünberg (DE)
• **Becker, Jonas**
35649 Bischoffen (DE)
• **Bernhardt, Gernot**
35625 Hüttenberg (DE)
• **Wangorsch, Verena**
35586 Wetzlar (DE)
• **Kallenborn, Stefan**
35578 Wetzlar (DE)

• **Söhngen, Wolfgang**
35647 Waldsolms (DE)
• **Schaefer, Heiko**
35606 Solms-Niederbiehl (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 3 067 560 EP-A2- 0 798 463
EP-A2- 1 918 585 CN-A- 107 420 301
CN-U- 204 941 844 DE-A1-102018 107 276
FR-A1- 2 985 557 FR-A1- 3 053 090
JP-A- 2003 120 529 JP-A- 2013 100 760
JP-A- 2015 172 358 KR-B1- 101 869 386
US-A- 5 102 316 US-A- 5 209 653
US-A- 5 743 719 US-A- 5 971 725
US-A1- 2002 025 265 US-A1- 2005 019 169
US-A1- 2010 028 185 US-A1- 2010 223 947
US-A1- 2014 219 846 US-A1- 2017 211 390
US-A1- 2019 120 237 US-B2- 7 162 797
US-B2- 9 341 187 US-B2- 9 534 506
US-B2- 9 885 358

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 647 599 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Vakuumsystem mit einer Hochvakuumpumpe und einer als Scrollpumpe ausgebildeten Vorpumpe.

[0002] Ein Vakuumsystem mit einer Hochvakuumpumpe und einer Vorpumpe ist in der EP 3 067 560 A1 offenbart. Weiteren Stand der Technik bilden die US 9 341 187 B2, die US 2014/219846 A1, die EP 1 918 585 A2 und die JP 2003 120529 A.

[0003] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Anwendung einer Scrollpumpe in einem Vakuumsystem zu vereinfachen. Diese Aufgabe wird durch ein Vakuumsystem nach Anspruch 1 gelöst und insbesondere dadurch, dass die Pumpe einen integrierten Drucksensor umfasst.

[0004] Ein Vakuumsystem umfasst meist bereits einen Drucksensor, zum Beispiel in einer Vakuumkammer. Durch die Integration des Drucksensors in die Scrollpumpe kann diese nun weitgehend eigenständig und ohne aufwändige Verbindung zum Drucksensor des Vakuumsystems betrieben werden. Umgekehrt kann ein zusätzlicher Drucksensor im Vakuumsystem beispielsweise entfallen. Generell ermöglicht der integrierte Drucksensor, dass sich die Scrollpumpe selbst überwacht und dies nicht aufwendig durch ein Prozessleitsystem durchgeführt werden muss. So kann insbesondere ein Verschleißzustand der Pumpe abhängig von einem gemessenen Druck überwacht werden.

[0005] Erfindungsgemäß ist der Drucksensor in eine Steuerung des Vakuumsystems eingebunden.

[0006] Für den erfindungsgemäß vorgesehenen Fall, dass die Scrollpumpe als Vorpumpe für eine Hochvakuumpumpe vorgesehen ist, kann durch den integrierten Drucksensor außerdem eine erhöhte Betriebssicherheit gewährleistet werden. So werden erfindungsgemäß bei einem zu hohen Druck in der Scrollpumpe die Hochvakuumpumpe abgeschaltet und/oder zwischengeschaltete Ventile geschlossen. Die Hochvakuumpumpe kann so zuverlässig vor einen Betrieb bei zu hohem Druck geschützt werden.

[0007] Vorzugsweise kann der Drucksensor zusätzlich in eine Steuerung der Scrollpumpe eingebunden sein. Die Scrollpumpe kann somit besser gesteuert bzw. geregelt werden, und zwar auf Basis des nun bekannten Drucks in der Scrollpumpe.

[0008] Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Drucksensor zum Messen eines Ansaugdrucks der Pumpe oder eines Drucks zwischen zwei pumpaktiven Spiralwänden bzw. zwischen zwei Spiralwänden in einem pumpaktiven Spiralabschnitt vorgesehen ist. Beides ermöglicht eine noch genauere Überwachung des Pumpprozesses und eines Verschleißzustandes der Pumpe, insbesondere eines Dichtungselements, wie etwa eines Tip Seals, oder der Spiralwände.

[0009] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Drucksensor in ein Bauteil der Scrollpumpe eingeschraubt. Dies ermöglicht einerseits einen einfachen Aufbau und andererseits einen flexiblen Vertrieb

der Scrollpumpe. Anstelle des integrierten Drucksensors kann beispielsweise einfach ein Blindstopfen vorgesehen sein, wenn für den Prozess des Anwenders kein integrierter Drucksensor unbedingt nötig ist. Gleichwohl lässt sich in diesem Fall ein integrierter Drucksensor auf einfache Weise nachrüsten. Das Bauteil, in welches der Drucksensor eingeschraubt ist, kann beispielsweise ein Gehäuseelement und/oder festes Spiralbauteil sein. Insbesondere kann der Drucksensor axial in ein festes Spiralbauteil eingeschraubt sein.

[0010] Gemäß einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der Drucksensor in einem Kühlluftstrom einer Kühleinrichtung, beispielsweise eines Lüfters, der Pumpe angeordnet ist. Der Drucksensor kann so auf vorteilhafte Weise direkt gekühlt werden, was seine Lebensdauer und Messgenauigkeit verbessert. Vorzugsweise kann der Drucksensor zumindest im Wesentlichen am Anfang des Kühlluftstromes, nämlich benachbart zu einem Lüfter und/oder innerhalb einer Luftleithaube angeordnet sein.

[0011] Grundsätzlich können zum Beispiel auch mehrere Drucksensoren vorgesehen sein, die in die Scrollpumpe integriert sind. Hierdurch können insbesondere Steuerung und Verschleißüberwachung noch weiter verbessert werden.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft anhand der schematischen Zeichnung erläutert.

- | | | |
|----|--------------|---|
| 30 | Fig. 1 | zeigt eine Scrollpumpe in einer Schnittansicht. |
| | Fig. 2 | zeigt ein Elektronikgehäuse der Scrollpumpe. |
| 35 | Fig. 3 | zeigt die Scrollpumpe in perspektivischer Ansicht, wobei ausgewählte Elemente freigestellt sind. |
| 40 | Fig. 4 | zeigt einen in die Pumpe integrierten Drucksensor. |
| | Fig. 5 | zeigt ein bewegliches Spiralbauteil der Pumpe. |
| 45 | Fig. 6 | zeigt das Spiralbauteil von einer anderen, der in Fig. 5 sichtbaren Seite gegenüberliegenden Seite. |
| 50 | Fig. 7 | zeigt eine Einspannvorrichtung für ein Spiralbauteil. |
| | Fig. 8 und 9 | zeigen jeweils eine Exzenterwelle mit einem Ausgleichsgewicht von unterschiedlichen Scrollpumpen. |
| 55 | Fig. 10 | zeigt ein Gasballastventil mit einem Betätigungsgriff in perspektivischer An- |

sicht.

- Fig. 11 zeigt das Ventil der Fig. 10 in einer Schnittansicht.
- Fig. 12 zeigt einen Teilbereich des Spiralbauteils der Fig. 5 und 6.
- Fig. 13 zeigt einen Querschnitt des Spiralbauteils durch die Spiralwand in einem äußeren Endbereich.
- Fig. 14 zeigt eine Luftleithaube der Scrollpumpe der Fig. 1 in perspektivischer Ansicht.
- Fig. 15 zeigt ein Abdrückgewinde in einer Schnittdarstellung.

[0013] Die Fig. 1 zeigt eine als Scrollpumpe 20 ausgebildete Vakuumpumpe. Diese umfasst ein erstes Gehäuseelement 22 und ein zweites Gehäuseelement 24, wobei das zweite Gehäuseelement 24 eine pumpaktive Struktur aufweist, nämlich eine Spiralwand 26. Das zweite Gehäuseelement 24 bildet also ein feststehendes Spiralbauteil der Scrollpumpe 20. Die Spiralwand 26 wirkt mit einer Spiralwand 28 eines beweglichen Spiralbauteils 30 zusammen, wobei das bewegliche Spiralbauteil 30 zum Erzeugen einer Pumpwirkung über eine Exzenterwelle 32 exzentrisch erregt wird. Dabei wird ein zu pumpendes Gas von einem Einlass 31, welcher im ersten Gehäuseelement 22 definiert ist, zu einem Auslass 33 gefördert, welcher im zweiten Gehäuseelement 24 definiert ist.

[0014] Die Exzenterwelle 32 ist durch einen Motor 34 angetrieben und durch zwei Wälzlager 36 gelagert. Sie umfasst einen exzentrisch zu ihrer Rotationsachse angeordneten Exzenterzapfen 38, der über ein weiteres Wälzlager 40 seine exzentrische Auslenkung an das bewegliche Spiralbauteil 30 überträgt. An dem beweglichen Spiralbauteil 30 ist zwecks Abdichtung außerdem ein in Fig. 1 linksseitiges Ende eines Wellbalgs 42 befestigt, dessen rechtsseitiges Ende an dem ersten Gehäuseelement 22 befestigt ist. Das linksseitige Ende des Wellbalgs 42 folgt der Auslenkung des beweglichen Spiralbauteils 30.

[0015] Die Scrollpumpe 20 umfasst einen Lüfter 44 zur Erzeugung eines Kühlluftstromes. Für diesen Kühlluftstrom ist eine Luftleithaube 46 vorgesehen, an der der Lüfter 44 auch befestigt ist. Die Luftleithaube 46 und die Gehäuseelemente 22 und 24 sind derart geformt, dass der Kühlluftstrom im Wesentlichen das gesamte Pumpengehäuse umströmt und somit eine gute Kühlleistung erreicht.

[0016] Die Scrollpumpe 20 umfasst ferner ein Elektronikgehäuse 48, in dem eine Steuerungseinrichtung und Leistungselektronikkomponenten zum Antrieb des Motors 34 angeordnet sind. Das Elektronikgehäuse 48 bildet außerdem einen Standfuß der Pumpe 20. Zwischen dem

Elektronikgehäuse 48 und dem ersten Gehäuseelement 22 ist ein Kanal 50 sichtbar, durch den ein vom Lüfter 44 erzeugter Luftstrom am ersten Gehäuseelement 22 und auch am Elektronikgehäuse 48 entlanggeführt ist, so dass beide wirksam gekühlt werden.

[0017] Das Elektronikgehäuse 48 ist in Fig. 2 näher veranschaulicht. Es umfasst mehrere gesonderte Kammern 52. In diesen Kammern 52 können Elektronikkomponenten vergossen werden und sind somit vorteilhaft abgeschirmt. Bevorzugt kann beim Vergießen der Elektronikkomponenten eine möglichst minimale Menge des Vergussmaterials verwendet werden. Zum Beispiel kann zuerst das Vergussmaterial in die Kammer 52 eingebracht werden und anschließend die Elektronikkomponente hineingedrückt werden. Vorzugsweise können die Kammern 52 so ausgeführt sein, dass verschiedene Varianten der Elektronikkomponenten, insbesondere verschiedene Bestückungsvarianten einer Platine, in dem Elektronikgehäuse 48 angeordnet werden können und/oder vergossen werden können. Für bestimmte Varianten können dabei auch einzelne Kammern 52 leer bleiben, also keine Elektronikkomponente aufweisen. So kann auf einfache Weise ein sogenanntes Baukastensystem für verschiedene Pumpentypen realisiert werden. Das Vergussmaterial kann insbesondere wärmeleitend und/oder elektrisch isolierende ausgebildet sein.

[0018] An einer in Bezug auf Fig. 2 hinteren Seite des Elektronikgehäuses 48 sind mehrere Wände oder Rippen 54 ausgebildet, die mehrere Kanäle 50 zum Leiten eines Kühlluftstromes definieren. Die Kammern 52 ermöglichen außerdem eine besonders gute Wärmeabfuhr von den in ihnen angeordneten Elektronikkomponenten, insbesondere in Verbindung mit einem wärmeleitenden Vergussmaterial, und hin zu den Rippen 54. Die Elektronikkomponenten lassen sich somit besonders wirksam kühlen und ihre Lebensdauer wird verbessert.

[0019] In Fig. 3 ist die Scrollpumpe 20 als Ganzes perspektivisch dargestellt, wobei jedoch die Luftleithaube 46 ausgeblendet ist, sodass insbesondere das feststehende Spiralbauteil 24 und der Lüfter 44 sichtbar sind. An dem feststehenden Spiralbauteil 24 sind mehrere, sternförmig angeordnete Ausnehmungen 56 vorgesehen, die jeweils zwischen den Ausnehmungen 56 angeordnete Rippen 58 definieren. Der vom Lüfter 44 erzeugte Kühlluftstrom führt durch die Ausnehmungen 56 und vorbei an den Rippen 58 und kühlt so das feststehende Spiralbauteil 24 besonders wirksam. Dabei umströmt der Kühlluftstrom zunächst das feststehende Spiralbauteil 24 und erst anschließend das erste Gehäuseelement 22 bzw. das Elektronikgehäuse 48. Diese Anordnung ist besonders vorteilhaft, da der pumpaktive Bereich der Pumpe 20 aufgrund der Kompression im Betrieb eine hohe Wärmeentwicklung aufweist und daher hier vorrangig gekühlt wird.

[0020] Die Pumpe 20 umfasst einen in diese integrierten Drucksensor 60. Dieser ist innerhalb der Luftleithaube 46 angeordnet und in das feststehende Spiralbauteil 24 eingeschraubt. Der Drucksensor 60 ist über eine nur

teilweise dargestellte Kabelverbindung mit dem Elektronikgehäuse 48 und einer darin angeordneten Steuerungseinrichtung verbunden. Dabei ist der Drucksensor 60 in die Steuerung der Scrollpumpe 20 eingebunden. Zum Beispiel kann der Motor 34, der in Fig. 1 sichtbar ist, in Abhängigkeit von einem vom Drucksensor 60 gemessenen Druck angesteuert werden. Z.B. beim Einsatz der Pumpe 20 in einem Vakuumsystem als Vorpumpe für eine Hochvakuumpumpe kann beispielsweise die Hochvakuumpumpe nur dann eingeschaltet werden, wenn der Drucksensor 60 einen ausreichend niedrigen Druck misst. So kann die Hochvakuumpumpe vor einer Beschädigung geschützt werden.

[0021] Fig. 4 zeigt den Drucksensor 60 und seine Anordnung am feststehenden Spiralbauteil 24 in einer Querschnittsdarstellung. Für den Drucksensor 60 ist ein Kanal 62 vorgesehen, der hier in einen nicht pumpaktiven Außenbereich zwischen den Spiralwänden 26 und 28 der feststehenden bzw. beweglichen Spiralbauteile 24 und 30 mündet. Somit misst der Drucksensor einen Ansaugdruck der Pumpe. Alternativ oder zusätzlich kann beispielsweise auch ein Druck zwischen den Spiralwänden 26 und 28 in einem pumpaktiven Bereich gemessen werden. Je nach Position des Drucksensors 60 bzw. des Kanals 62 können also zum Beispiel auch Zwischendrücke gemessen werden.

[0022] Der Drucksensor 60 erlaubt, zum Beispiel über die Ermittlung einer Kompression, insbesondere eine Erkennung eines Verschleißzustandes der pumpaktiven Komponenten, insbesondere eines auch als Tip Seal bezeichneten Dichtelements 64. Weiterhin kann der gemessene Ansaugdruck auch zu einer Regelung der Pumpe verwendet werden (u. a. Pumpendrehzahl). So kann beispielsweise ein Ansaugdruck softwareseitig vorgegeben werden und durch Variation der Pumpendrehzahl ein Ansaugdruck eingestellt werden. Auch ist denkbar, dass abhängig vom gemessenen Druck ein verschleißbedingter Druckanstieg durch Drehzahlsteigerung kompensiert werden kann. Somit kann ein Tip Seal-Wechsel verschoben werden bzw. größere Wechselintervalle realisiert werden. Die Daten des Drucksensors 60 können also generell z.B. zur Verschleißbestimmung, zur situativen Steuerung der Pumpe, zur Prozesskontrolle, etc. verwendet werden.

[0023] Der Drucksensor 60 kann zum Beispiel optional vorgesehen sein. Anstelle des Drucksensors 60 kann beispielsweise ein Blindstopfen zum Verschließen des Kanals 62 vorgesehen sein. Ein Drucksensor 60 kann dann beispielsweise bei Bedarf nachgerüstet werden. Insbesondere im Hinblick auf die Nachrüstung, aber auch generell vorteilhaft, kann vorgesehen sein, dass der Drucksensor 60 beim Anschließen an die Steuerungseinrichtung der Pumpe 20 automatisch erkannt wird.

[0024] Der Drucksensor 60 ist im Kühlluftstrom des Lüfters 44 angeordnet. Hierdurch wird auch er vorteilhaft gekühlt. Dies hat außerdem zur Folge, dass keine besonderen Maßnahmen für eine höhere Temperaturbeständigkeit des Drucksensors 60 zu treffen sind und fol-

lich ein kostengünstiger Sensor eingesetzt werden kann.

[0025] Außerdem ist der Drucksensor 60 insbesondere derart angeordnet, dass die äußeren Abmessungen der Pumpe 20 durch ihn nicht vergrößert sind und die Pumpe 20 folglich kompakt bleibt.

[0026] In den Fig. 5 und 6 ist das bewegliche Spiralbauteil 30 in verschiedenen Ansichten gezeigt. In Fig. 5 ist die spiralförmige Struktur der Spiralwand 28 besonders gut sichtbar. Neben der Spiralwand 28 umfasst das Spiralbauteil 30 eine Grundplatte 66, ausgehend von der sich die Spiralwand 28 erstreckt.

[0027] Eine der Spiralwand 28 abgewandte Seite der Grundplatte 66 ist in Fig. 6 sichtbar. An dieser Seite umfasst die Grundplatte unter anderem mehrere

[0028] Befestigungsausnehmungen, etwa zur Befestigung des Lagers 40 und des Wellbalgs 42, die in Fig. 1 sichtbar sind.

[0029] Außen an der Grundplatte 66 sind drei über den Umfang der Grundplatte 66 beabstandete und gleichmäßig über den Umfang verteilte Haltevorsprünge 68 vorgesehen. Die Haltevorsprünge 68 erstrecken sich dabei radial nach außen. Die Haltevorsprünge 68 weisen insbesondere alle die gleiche radiale Höhe auf.

[0030] Zwischen zwei der Haltevorsprünge 68 erstreckt sich ein erster Zwischenabschnitt 70 des Umfangs der Grundplatte 66. Dieser erste Zwischenabschnitt 70 weist eine größere radiale Höhe auf als ein zweiter Zwischenabschnitt 72 und als ein dritter Zwischenabschnitt 74. Der erste Zwischenabschnitt 70 ist einem äußersten 120°-Abschnitt der Spiralwand 28 gegenüberliegend angeordnet.

[0031] Bei der Herstellung des beweglichen Spiralbauteils 30 werden bevorzugt die Grundplatte 66 und die Spiralwand 28 aus einem Vollmaterial gemeinsam spannend hergestellt, d. h. die Spiralwand 28 und die Grundplatte 66 sind einteilig ausgebildet.

[0032] Zum Beispiel bei einer Schlichtbearbeitung kann das Spiralbauteil 30 an den Haltevorsprüngen 68 direkt eingespannt sein. Im Rahmen ein und derselben Einspannung kann zum Beispiel auch die in Fig. 6 gezeigte Seite der Grundplatte 66 bearbeitet werden, insbesondere die Befestigungsausnehmungen eingebracht werden. Grundsätzlich kann im Rahmen dieser Einspannung auch die spannende Herstellung der Spiralwand 28 aus dem Vollmaterial erfolgen.

[0033] Das Spiralbauteil 30 kann zu diesem Zweck beispielsweise mit einer Einspannvorrichtung 76 eingespannt sein, wie sie in Fig. 7 gezeigt ist. Diese weist ein hydraulisches Dreibackenfutter 78 zur direkten Anlage an den drei Haltevorsprüngen 68 auf. Außerdem weist die Einspannvorrichtung 76 eine durchgehende Ausnehmung 80 auf, durch die ein Werkzeugzugang zu dem Spiralbauteil 30, insbesondere zu der in Fig. 6 gezeigten Seite desselben, ermöglicht ist. Somit können Bearbeitungsvorgänge von beiden Seiten während einer Einspannung erfolgen, insbesondere wenigstens eine Schlichtbearbeitung der Spiralwand 28 und ein Einbringen von Befestigungsausnehmungen.

[0034] Die Kontur der Haltevorsprünge 68 und der Spanndruck der Einspannvorrichtung 76 sind bevorzugt so gewählt, dass keine kritischen Verformungen des Spiralbauteils 30 stattfinden. Die drei Haltevorsprünge 68 sind bevorzugt so gewählt, dass die äußere Dimension, also der maximale Durchmesser des Spiralbauteils 30 nicht vergrößert werden. Somit kann zum einen Material und zum anderen Zerspanungsvolumen eingespart werden. Die Haltevorsprünge 68 sind insbesondere so ausgeführt und/oder an einer solchen Winkelposition angeordnet, dass die Zugänglichkeit der Verschraubung des Wellbalgs 42 gegeben ist. Die Anzahl der Verschraubungspunkte des Wellbalgs 42 ist bevorzugt ungleich der Anzahl der Haltevorsprünge 68 am beweglichen Spiralbauteil 30.

[0035] An der Exzenterwelle 32 der Fig. 1 sind zwei Ausgleichsgewichte 82 zum Ausgleich einer Unwucht des erregten Systems angebracht. Der Bereich des in Fig. 1 rechtsseitigen Ausgleichsgewichts 82 ist in Fig. 8 vergrößert dargestellt. Das Ausgleichsgewicht 82 ist an der Exzenterwelle 32 festgeschraubt.

[0036] Ein ähnlicher Bildausschnitt ist in Fig. 9 für eine andere Scrollpumpe gezeigt, die bevorzugt derselben Baureihe der Pumpe 20 der Fig. 1 angehört. Die der Fig. 9 zugrunde liegende Pumpe weist insbesondere andere Dimensionen auf und benötigt daher ein anderes Ausgleichsgewicht 82.

[0037] Die Exzenterwellen 32, die Ausgleichsgewichte 82 und die Gehäuseelemente 22 sind so dimensioniert, dass an der jeweils gezeigten Befestigungsposition nur eine bestimmte Art der zwei gezeigten Arten von Ausgleichsgewichten 82 an der Exzenterwelle 32 montierbar ist.

[0038] Die Ausgleichsgewichte 82 sind in den Fig. 8 und 9 zusammen mit bestimmten Abmessungen des für sie vorgesehenen Bauraumes bemaßt, um zu verdeutlichen, dass das Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 9 nicht an der Exzenterwelle 32 montierbar ist und umgekehrt. Es versteht sich, dass die angegebenen Maße rein beispielhaft genannt sind.

[0039] So beträgt in Fig. 8 ein Abstand zwischen einer Befestigungsbohrung 84 und einem Wellenabsatz 86 9,7 mm. Das Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 8 ist in der entsprechenden Richtung kürzer ausgebildet, nämlich 9 mm lang, kann also problemlos montiert werden. Das Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 9 weist jeweils gemessen von der Befestigungsbohrung eine Längserstreckung von 11 mm auf. Somit ist das Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 9 nicht an der Exzenterwelle 32 der Fig. 8 montierbar, da der Wellenabsatz 86 mit dem Ausgleichsgewicht 82 bei einer versuchten Montage kollidiert bzw. da somit das Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 9 nicht vollständig in Anlage mit der Exzenterwelle 82 der Fig. 8 gebracht werden kann. Dadurch, dass das Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 9 in beiden bemaßten Dimensionen größer ist als der Abstand von Befestigungsbohrung 84 und Wellenabsatz 86 in Fig. 8, ist auch eine Montage in umgedrehter Richtung verhindert. Zudem verhindert die Dimension von

21,3 mm des Ausgleichsgewichts 82 der Fig. 8 eine umgedrehte und folglich falsche Montageausrichtung des ansonsten richtigen Ausgleichsgewichts 82.

[0040] In Fig. 9 beträgt ein Abstand in Längsrichtung zwischen der Befestigungsbohrung 84 und einer Gehäuseschulter 88 17,5 mm. Das Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 8 mit seiner Erstreckung von 21,3 mm würde beim Einschieben der Exzenterwelle 32 der Fig. 9 mit der Gehäuseschulter 88 kollidieren, sodass keine vollständige Montage möglich wäre. Die falsche Montage ist zwar zunächst möglich, wird aber zuverlässig erkannt. Bei einer um die Achse der Befestigungsbohrung 84 verdrehten Montage des Ausgleichsgewicht 82 der Fig. 8 an der Exzenterwelle 32 der Fig. 9 würde die Erstreckung von 21,3 mm mit der Wellenschulter 86 kollidieren, die nur in einem Abstand von 13,7 mm von der Befestigungsbohrung 84 angeordnet ist.

[0041] Die Ausgleichsgewichte 82, insbesondere ein motorseitiges Ausgleichsgewicht 82, sind allgemein so ausgeführt, dass eine Verwechslung des Ausgleichsgewichts mit solchen anderer Baugrößen bei der Montage und/oder beim Service vermieden wird. Die Ausgleichsgewichte werden bevorzugt mittels Durchgangsschrauben befestigt. Ähnliche Ausgleichsgewichte verschiedener Pumpengrößen sind insbesondere so ausgeführt, dass aufgrund angrenzender Absätze auf der Welle, der Positionen von Gewinde und Durchgangsbohrung des Ausgleichsgewichts sowie von Absätzen innerhalb des Gehäuses eine Montage des falschen Ausgleichsgewichts verhindert wird.

[0042] In den Fig. 10 und 11 ist ein Gasballastventil 90 der Scrollpumpe 20 gezeigt. Dieses ist auch in der Gesamtdarstellung der Pumpe 20 in Fig. 3 sichtbar und am feststehenden Spiralbauteil 24 angeordnet.

[0043] Das Gasballastventil 90 umfasst einen Betätigungsgriff 92. Dieser umfasst einen Kunststoffkörper 94 und ein Basiselement 96, welches bevorzugt aus Edelstahl hergestellt ist. Das Basiselement 96 umfasst eine durchgehende Bohrung 98, die einerseits zum Anschluss und Einleiten eines Ballastgases vorgesehen ist und andererseits ein Rückschlagventil 100 umfasst. Die Bohrung 98 ist außerdem in den Darstellungen mittels eines Stopfens 102 verschlossen. Anstelle des Stopfens 102 kann beispielsweise auch ein Filter vorgesehen sein, wobei das Ballastgas bevorzugt Luft sein kann und über den Filter insbesondere direkt in das Ventil 90 eintritt. Der Betätigungsgriff 92 ist mit drei Befestigungsschrauben 104 an einem drehbaren Element 106 des Ventils 90 befestigt, die in einer jeweiligen Bohrung 108 angeordnet sind und von denen in der gewählten Schnittdarstellung der Fig. 11 nur eine sichtbar ist. Das drehbare Element 106 ist mit einer nicht dargestellten, durch eine Bohrung 110 verlaufende Befestigungsschraube am zweiten Gehäuseelement 24 drehbar befestigt.

[0044] Zur Betätigung des Ventils 90 wird ein manuell am Betätigungsgriff 92 angelegtes Drehmoment an das drehbare Element 106 übertragen und dieses somit gedreht. Somit gelangt die Bohrung 98 in Kommunikation

mit einem Inneren des Gehäuses. Für das Ventil 90 sind dabei drei Schaltstellungen vorgesehen, nämlich die in Fig. 10 dargestellte, welche eine Sperrstellung ist, und jeweils eine nach rechts und nach links verdrehte Stellung, in denen die Bohrung 98 mit unterschiedlichen Bereichen des Inneren des Gehäuses in Kommunikation steht.

[0045] Die Bohrungen 108 und 110 sind durch einen Deckel 112 verschlossen. Die Dichtwirkung des Gasballastventiles 90 beruht auf axial verpressten O-Ringen. Bei Betätigung des Ventils 90 wird eine Relativbewegung auf die O-Ringe ausgeübt. Gelangen Verschmutzungen, wie etwa Partikel, an die Oberfläche eines O-Rings, so birgt dies die Gefahr eines frühzeitigen Ausfalls. Der Deckel 112 verhindert ein Eindringen von Verschmutzungen und ähnlichem an die Schrauben des Griffes 92.

[0046] Dieser Deckel 112 wird über eine Übermaßpassung dreier Zentrierelemente befestigt. Konkret weist der Deckel 112 für jede Bohrung 108 einen nicht dargestellten Einsteckzapfen auf, mit denen der Deckel 112 in den Bohrungen 108 gehalten ist. Die Bohrungen 108 und 110 sowie die darin angeordneten Befestigungsschrauben sind somit vor Verschmutzungen geschützt. Insbesondere bei der in der Bohrung 110 angeordneten, nicht dargestellten Befestigungsschraube, die eine Drehbewegung erlaubt, kann so ein Verschmutzungseintrag in die Ventilmechanik wirksam minimiert werden und so die Lebensdauer des Ventils verbessert werden.

[0047] Der Kunststoff-Griff mit umspritztem Edelstahl-Basisteil sorgt für eine gute Korrosionsbeständigkeit bei gleichzeitig niedrigen Herstellkosten. Weiterhin bleibt der Kunststoff des Griffes aufgrund der eingeschränkten Wärmeleitung kühler und lässt sich dadurch besser bedienen.

[0048] Für den Lüfter 44, wie er beispielsweise in den Fig. 1 und 3 sichtbar ist, ist bevorzugt eine Drehzahlregelung vorgesehen. Der Lüfter wird mittels PWM abhängig von Leistungsaufnahme und Temperatur des Leistungsmoduls gesteuert, welches z.B. im Elektronikgehäuse 48 untergebracht ist. Die Drehzahl wird analog zur Leistungsaufnahme eingestellt. Die Regelung wird jedoch erst ab einer Modultemperatur von 50 °C zugelassen. Falls die Pumpe in Temperaturbereiche eines möglichen Deratings (temperaturbedingte Leistungsreduktion) hineinkommt, wird automatisch die max. Lüfterdrehzahl angesteuert. Mit dieser Regelung wird ermöglicht, dass bei kalter Pumpe ein minimaler Geräuschpegel erreicht wird, dass im Enddruck bzw. bei geringer Last ein niedriger Geräuschpegel - entsprechend dem Pumpengeräusch - herrscht, dass eine optimale Kühlung der Pumpe bei gleichzeitig niedrigem Geräuschpegel erreicht wird, und dass vor einer temperaturbedingten Leistungsreduktion die max. Kühlleistung sichergestellt wird.

[0049] Die maximale Lüfterdrehzahl kann, insbesondere situativ, anpassbar sein. Z. B. kann es für eine hohe Wasserdampfverträglichkeit zielführend sein, die maximale Lüfterdrehzahl herabzusetzen.

[0050] In Fig. 12 ist das bewegliche Spiralbauteil 30

teilweise und gegenüber Fig. 5 vergrößert dargestellt. Eine Schnittansicht des Spiralbauteils 30 entlang der in Fig. 12 angedeuteten Linie A:A ist in Fig. 13 schematisch und nicht maßstabsgerecht dargestellt.

[0051] Die Spiralwand 28 weist an ihrem der Grundplatte 66 abgewandten und einer Grundplatte des hier nicht dargestellten, festen Spiralbauteils 24 zugewandten Ende eine Nut 114 zur Einlage eines hier ebenfalls nicht dargestellten Dichtungselements 64 auf, nämlich eines sogenannten Tip Seals. Die Anordnung im Betriebszustand ist z.B. in Fig. 4 gut sichtbar.

[0052] Die Nut 114 ist nach außen und nach innen durch zwei gegenüberliegende Seitenwände begrenzt, nämlich durch eine innere Seitenwand 116 und eine äußere Seitenwand 118. In einem ersten Spiralabschnitt 120 ist die äußere Seitenwand 118 dicker ausgeführt als die innere Seitenwand 116 im ersten Spiralabschnitt 120 und dicker als beide Seitenwände 116 und 118 in einem anderen, zweiten Spiralabschnitt 122.

[0053] Der erste Spiralabschnitt 120 erstreckt sich vom in Fig. 12 angedeuteten Ort bis zum äußeren Ende der Spiralwand 28, wie es beispielsweise auch in Fig. 5 angedeutet ist. Der erste Spiralabschnitt 120 erstreckt sich hier beispielhaft über etwa 163°.

[0054] Der erste Spiralabschnitt 120 bildet einen äußeren Endabschnitt der Spiralwand 28. Dabei ist der erste Spiralabschnitt 120 zumindest teilweise, insbesondere vollständig in einem nicht pumpaktiven Bereich der Spiralwand 28 angeordnet. Insbesondere kann der erste Spiralabschnitt 120 den nicht pumpaktiven Bereich der Spiralwand 28 zumindest im Wesentlichen vollständig ausfüllen.

[0055] Wie es in Fig. 5 sichtbar ist, kann bevorzugt der erste Zwischenabschnitt 70 zwischen zwei Haltevorsprüngen 68, welcher eine größere radiale Höhe hat, als andere Zwischenabschnitte 72 und 74, dem ersten Spiralabschnitt 120 gegenüberliegend angeordnet sein. Eine durch die dickere Seitenwand 118 eingebrachte Unwucht kann somit durch das größere Gewicht des ersten Zwischenabschnitt 70 ausgeglichen werden.

[0056] Für eine geringe Systembelastung der Lager und anderer Bauteile sollte das bewegliche Spiralbauteil allgemein bevorzugt ein geringes Eigengewicht besitzen. Daher werden die Spiralwände generell sehr dünn ausgeführt. Weiterhin ergeben sich bei dünneren Wänden geringere Pumpenabmessungen (signifikanter Außendurchmesser). Die Seitenwände der Tip Seal-Nut sind in der Folge besonders dünn. Das Verhältnis der TipSeal-Wanddicke zur gesamten Spiralwanddicke beträgt z.B. höchstens 0,17. Aufgrund der Tip Seal-Nut ist jedoch die Spiralwandspitze sehr empfindlich gegenüber Stößen beim Handling, wie etwa bei der Montage oder beim Wechseln des Tip Seal. Durch leichte Stöße, z. B. auch beim Transport, kann die Seitenwand der Nut nach innen gedrückt werden, sodass sich das Tip Seal nicht mehr montieren lässt. Zur Lösung dieses Problems umfasst die Nut eine unsymmetrische Wanddicke, insbesondere eine nach außen lokale Aufdickung der Spiral-

wand. Dieser Bereich ist bevorzugt nicht pumpaktiv und kann daher mit einer größeren Toleranz gefertigt werden. Durch die einseitige Aufdickung an der, insbesondere letzten halben, Windung werden Schädigungen deutlich reduziert. An übrigen Stellen des Bauteils ist bevorzugt eine Aufdickung der Spiralwand nicht notwendig, da die Wand durch überstehende Elemente des Bauteils geschützt ist.

[0057] Die in Fig. 1 gezeigte Luftleithaube 46 definiert einen Luftstrom, wie er durch einen gestrichelten Pfeil 124 angedeutet ist. Der Lüfter 44 ist mit einer Steuerungseinrichtung in dem Elektronikgehäuse 48 über ein nicht dargestelltes Kabel, welches durch die Luftleithaube 46 verläuft, und über eine Steckverbindung verbunden. Diese umfasst eine Buchse 126 und einen Stecker 128. Die Buchse 126 ist am Elektronikgehäuse 48 gelagert und/oder an einer in dem Elektronikgehäuse 48 angeordneten Platine befestigt. Die Buchse 126 ist beispielsweise auch in den Fig. 2 und 3 sichtbar. Der Stecker 128 ist über das nicht dargestellte Kabel mit dem Lüfter 44 verbunden.

[0058] Die Steckverbindung 126, 128 ist durch eine Trennwand 130 von dem Luftstrom 124 getrennt. Der Luftstrom 124, der zum Beispiel Stäube oder ähnliche Verschmutzungen enthalten kann, wird somit von der Steckverbindung 126, 128 ferngehalten. Somit wird einerseits die Steckverbindung 126, 128 selbst geschützt und es wird andererseits verhindert, dass die Verschmutzungen durch die für die Buchse 126 vorgesehene Öffnung im Elektronikgehäuse 48 in dieses hinein und zur Steuerungseinrichtung und/oder Leistungselektronik gelangen.

[0059] Die Luftleithaube 46 ist in Fig. 14 separat und perspektivisch dargestellt. Es ist unter anderem die Trennwand 130 mit dem dahinter definierten, für den Stecker 128 vorgesehenen Raum sichtbar. Die Trennwand 130 umfasst eine hier als V-förmige Kerbe ausgeführte Ausnehmung 132 zur Durchführung eines Kabels vom Stecker 128 zum Lüfter 44.

[0060] Z.B. zur Kostenersparnis können kostengünstige Steckverbinder ohne Abdichtung (z.B. kein IP-Schutz) zum Einsatz kommen, da die Trennwand 130 dafür sorgt, dass die angesaugte Luft nicht über den Durchbruch des Steckverbinders 126, 128 an die Elektronik gelangt. Das Kabel des Lüfters wird durch die V-förmige Kerbe 132 seitlich durch die Trennwand 130 geführt. Die Kerbe 132 weist einen seitlichen Versatz zu dem Steckverbinder 126, 128 auf, wodurch eine Labyrinthwirkung und somit eine weitere Verringerung der Leckage von Kühlluft zu dem Steckverbinder 126, 128 erreicht werden. Durch eine Trennwand 130 innerhalb der Luftleithaube 46 wird außerdem die Luftführung in den Kanal 50 zwischen Elektronikgehäuse 48 und Pumpengehäuse 22 verbessert. Es entsteht weniger Verwirbelung und Gegendruck für den Lüfter 44.

[0061] Die Fig. 15 zeigt einen Anlagebereich zwischen dem ersten Gehäuseelement 22 und dem zweiten Gehäuseelement bzw. feststehenden Spiralbauteil 24 in ei-

ner schematischen Schnittdarstellung. Das zweite Gehäuseelement 24 ist mit einer Übergangspassung 134 teilweise in das erste Gehäuseelement 22 eingesteckt. Dabei ist eine Abdichtung mittels eines O-Rings 136 vorgesehen. Die Übergangspassung 134 dient zum Beispiel auch der Zentrierung des zweiten Gehäuseelements 24 gegenüber dem ersten Gehäuseelement 22.

[0062] Zu Wartungszwecken, zum Beispiel zum Austausch des Dichtungselements 64, muss das zweite Gehäuseelement 24 zum Beispiel demontiert werden. Dabei kann es vorkommen, dass die Übergangspassung 134 oder der O-Ring 136 klemmen, wenn das zweite Gehäuseelement 24 nicht gerade genug herausgezogen wird. Zur Lösung dieses Problems ist ein Abdrückgewinde 138 vorgesehen. Bevorzugt kann auch zumindest im Wesentlichen radial gegenüberliegend ein zweites Abdrückgewinde vorgesehen sein. Zum möglichst geraden und geführten Lösen des zweiten Gehäuseelements 24 kann eine Schraube in das Abdrückgewinde 38 eingeschraubt werden, bis die Schraube aus diesem heraus hervorsteht und in Anlage mit dem ersten Gehäuseelement 22 gelangt. Durch weiteres Einschrauben werden die Gehäuseelemente 22 und 24 voneinander weggedrückt.

[0063] Zum Abdrücken können zum Beispiel die zur Befestigung des zweiten Gehäuseelements 24 am ersten Gehäuseelement 22 vorgesehenen Befestigungsschrauben 142 verwendet werden, wie sie beispielsweise in den Fig. 1 und 3 bezeichnet sind. Zu diesem Zweck weist das Abdrückgewinde 138 bevorzugt die gleiche Gewindeart auf, wie für die Befestigungsschrauben 142 vorgesehene Befestigungsgewinde.

[0064] Am zweiten Gehäuseelement 22 ist eine Senkung 140 vorgesehen, die dem Abdrückgewinde 138 zugeordnet ist. Falls beim Einschrauben der Schraube in das Abdrückgewinde 138 Abriebpartikel ausgetragen werden, sammeln sich diese in der Senkung 140. Somit wird verhindert, dass derartige Abriebpartikel zum Beispiel eine vollständige Anlage der Gehäuseelemente 22 und 24 aneinander verhindern.

[0065] Bei der Montage des festen Spiralbauteils 24 müssen die Schrauben wieder herausgedreht werden, da sonst ein vollständiges Verschrauben (Richtiger Sitz auf der Planfläche des Gehäuses) des feststehenden Spiralbauteils 24 am ersten Gehäuseelement 22 womöglich verhindert ist. Leckage, Schiefstellung und Verringerung der Pumpperformance können die Folge sein. Zur Vermeidung dieses Montagefehlers verfügt die Luftleithaube 46 über wenigstens einen, insbesondere zusätzlichen, in Fig. 14 gezeigten Dom 144, der ein Montieren der Luftleithaube 46 nur dann ermöglicht, wenn die zum Abdrücken verwendeten Schrauben, insbesondere die Befestigungsschrauben 142, wieder entfernt worden sind. Denn die Luftleithaube 46 mit dem Dom 144 ist derart ausgebildet, dass sie mit einem Schraubenkopf einer etwaig in das Abdrückgewinde 138 eingeschraubten Abdrückschraube kollidieren würde, sodass die Luftleithaube 46 nicht vollständig montierbar wäre. Insbe-

sondere kann die Luftleithaube 46 nur bei vollständig demontierten Abdrückschrauben montiert werden.

Bezugszeichenliste

[0066]

20	Scrollpumpe
22	erstes Gehäuseelement
24	zweites Gehäuseelement/feststehendes Spiralbauteil
26	Spiralwand
28	Spiralwand
30	bewegliches Spiralbauteil
32	Exzenterwelle
34	Motor
36	Wälzlager
38	Exzenterzapfen
40	Wälzlager
42	Wellbalg
44	Lüfter
46	Luftleithaube
48	Elektronikgehäuse
50	Kanal
52	Kammer
54	Rippe
56	Ausnehmung
58	Rippe
60	Drucksensor
62	Kanal
64	Dichtungselement
66	Grundplatte
68	Haltevorsprung
70	erster Zwischenabschnitt
72	zweiter Zwischenabschnitt
74	dritter Zwischenabschnitt
76	Einspannvorrichtung
78	Dreibackenfutter
80	Ausnehmung
82	Ausgleichsgewicht
84	Befestigungsbohrung
86	Wellenabsatz
88	Gehäuseschulter
90	Gasballastventil
92	Betätigungsgriff
94	Kunststoffkörper
96	Basiselement
98	Bohrung
100	Rückschlagventil
102	Stopfen
104	Befestigungsschraube
106	drehbares Element
108	Bohrung
110	Bohrung
112	Deckel
114	Nut
116	innere Seitenwand
118	äußere Seitenwand

120	erster Spiralabschnitt
122	zweiter Spiralabschnitt
124	Luftstrom
126	Buchse
5 128	Stecker
130	Trennwand
132	Ausnehmung
134	Übergangspassung
136	O-Ring
10 138	Abdrückgewinde
140	Senkung
142	Befestigungsschraube
144	Dom

15

Patentansprüche

1. Vakuumsystem umfassend

20

eine Hochvakuumpumpe,
eine Vakuumpumpe, nämlich Scrollpumpe (20),
welche als Vorpumpe für die Hochvakuumpumpe vorgesehen ist, und
eine Steuerung;

25

wobei die Scrollpumpe einen in die Scrollpumpe (20) integrierten Drucksensor (60) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (60) in die Steuerung des Vakuumsystems eingebunden ist, und

30

dass die Steuerung dazu eingerichtet ist, bei einem zu hohen Druck in der Scrollpumpe die Hochvakuumpumpe abzuschalten und/oder zwischengeschaltete Ventile zu schließen.

35

2. Vakuumsystem nach Anspruch 1,
wobei der Drucksensor (60) auch in eine Steuerung der Scrollpumpe (20) eingebunden ist.

40

3. Vakuumsystem nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei der Drucksensor (60) zum Messen eines Ansaugdrucks der Scrollpumpe (20) angeordnet ist.

45

4. Vakuumsystem nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei der Drucksensor (60) zum Messen eines Drucks zwischen zwei pumpaktiven Spiralwänden (26, 28) angeordnet ist.

50

5. Vakuumsystem nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei der Drucksensor (60) in ein Bauteil (24) der Scrollpumpe (20) eingeschraubt ist.

55

6. Vakuumsystem nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei der Drucksensor (60) in einem Kühlluftstrom einer Kühleinrichtung (44) der Scrollpumpe (20) an-

geordnet ist.

Claims

1. A vacuum system comprising

a high-vacuum pump;
a vacuum pump, namely a scroll pump (20), which is provided as a roughing pump for a high-vacuum pump; and
a control,
wherein the scroll pump comprises a pressure sensor (60) integrated into the scroll pump (20),
characterized in that
the pressure sensor (60) is integrated into the control of the vacuum system; and
in that the control is configured to switch off the high-vacuum pump and/or to close interposed valves at too high a pressure in the scroll pump.

2. A vacuum system in accordance with claim 1, wherein the pressure sensor (60) is also integrated into a control of the scroll pump (20).

3. A vacuum system in accordance with at least one of the preceding claims, wherein the pressure sensor (60) is provided for measuring a suction pressure of the scroll pump (20).

4. A vacuum system in accordance with at least one of the preceding claims, wherein the pressure sensor (60) is provided for measuring a pressure between two pump-active spiral walls (26, 28).

5. A vacuum system in accordance with at least one of the preceding claims, wherein the pressure sensor (60) is screwed into a component (24) of the scroll pump (20).

6. A vacuum system in accordance with at least one of the preceding claims, wherein the pressure sensor (60) is arranged in a cooling air flow of a cooling device (44) of the scroll pump (20).

Revendications

1. Système sous vide comprenant

une pompe à vide poussé,
une pompe à vide, à savoir une pompe à spirales (20), qui est prévue comme pompe primaire pour la pompe à vide poussé, et
une commande ;
dans lequel la pompe à spirales comprend un

capteur de pression (60) intégré dans la pompe à spirales (20),

caractérisé en ce que

le capteur de pression (60) est intégré dans la commande du système sous vide, et **en ce que** la commande est configurée pour arrêter la pompe à vide poussé et/ou fermer des vannes interconnectées si la pression dans la pompe à spirales est trop élevée.

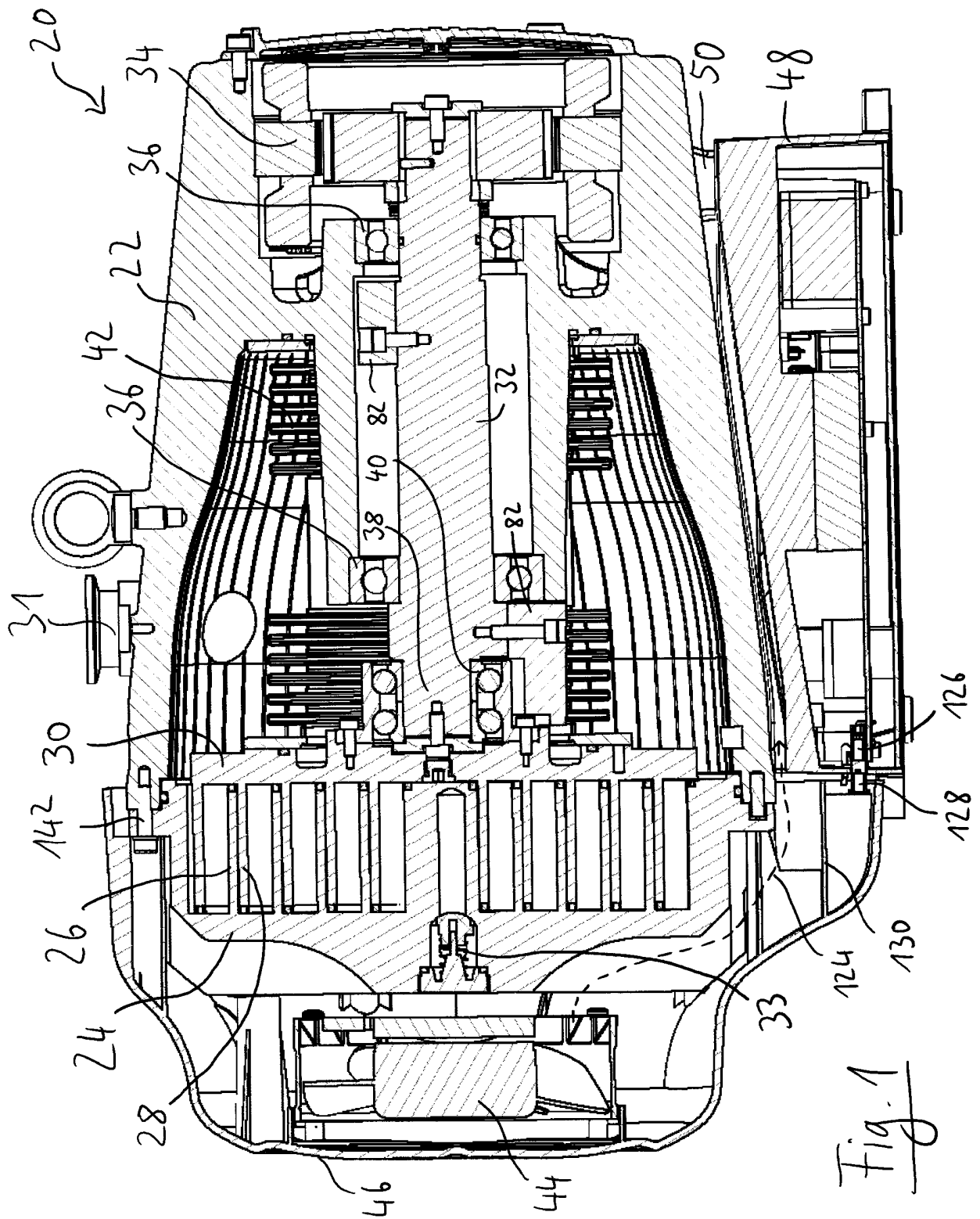
2. Système sous vide selon la revendication 1, dans lequel le capteur de pression (60) est également intégré dans une commande de la pompe à spirales (20).

3. Système sous vide selon l'une au moins des revendications précédentes, dans lequel le capteur de pression (60) est agencé pour mesurer une pression d'aspiration de la pompe à spirales (20).

4. Système sous vide selon l'une au moins des revendications précédentes, dans lequel le capteur de pression (60) est agencé pour mesurer une pression entre deux parois spiralées (26, 28) actives en pompage.

5. Système sous vide selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le capteur de pression (60) est vissé dans un composant (24) de la pompe à spirales (20).

6. Système sous vide selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le capteur de pression (60) est agencé dans un flux d'air de refroidissement d'un dispositif de refroidissement (44) de la pompe à spirales (20).



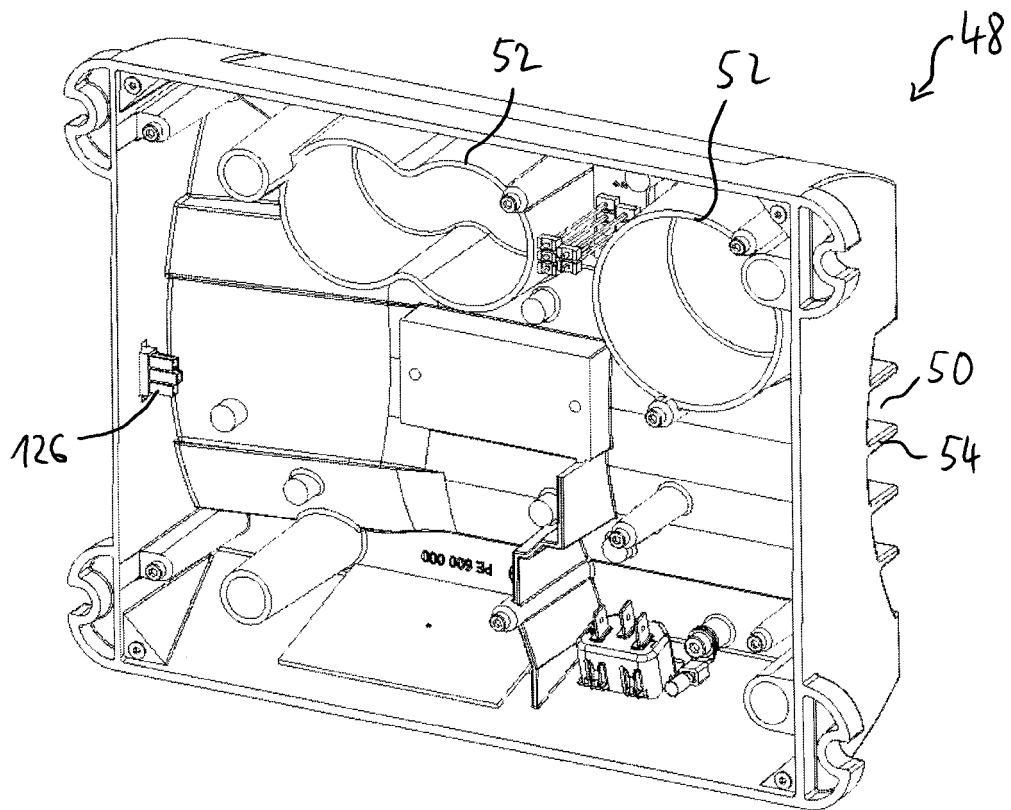
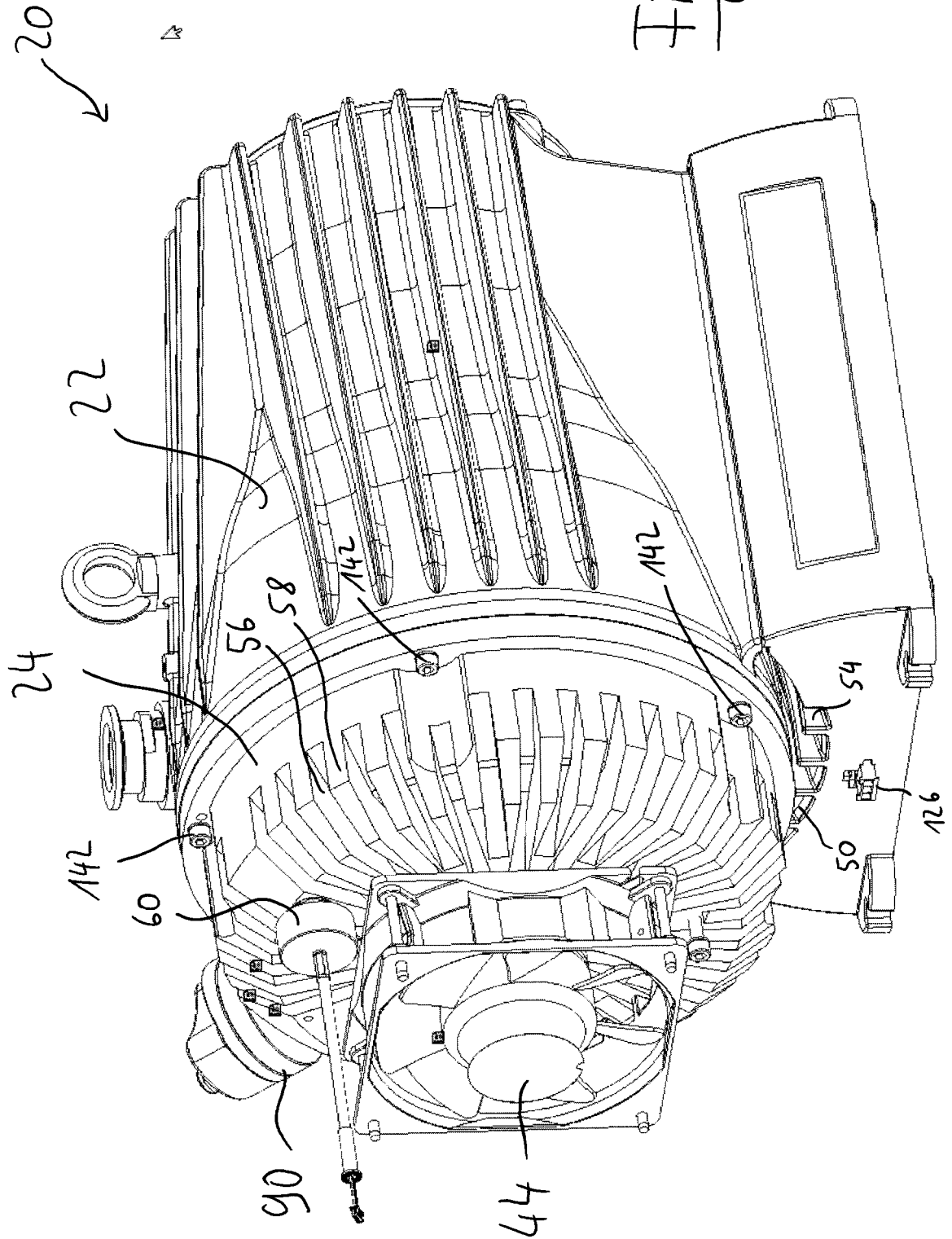


Fig. 2

Fig. 3



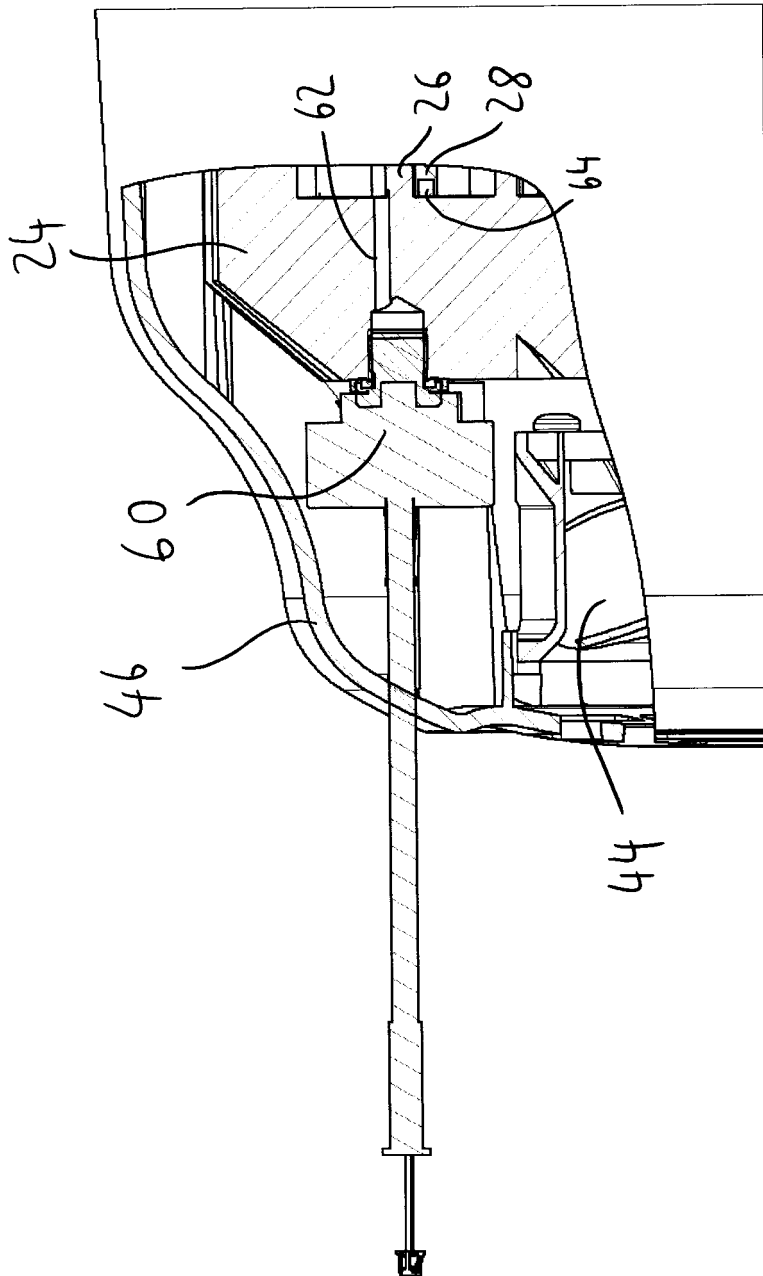
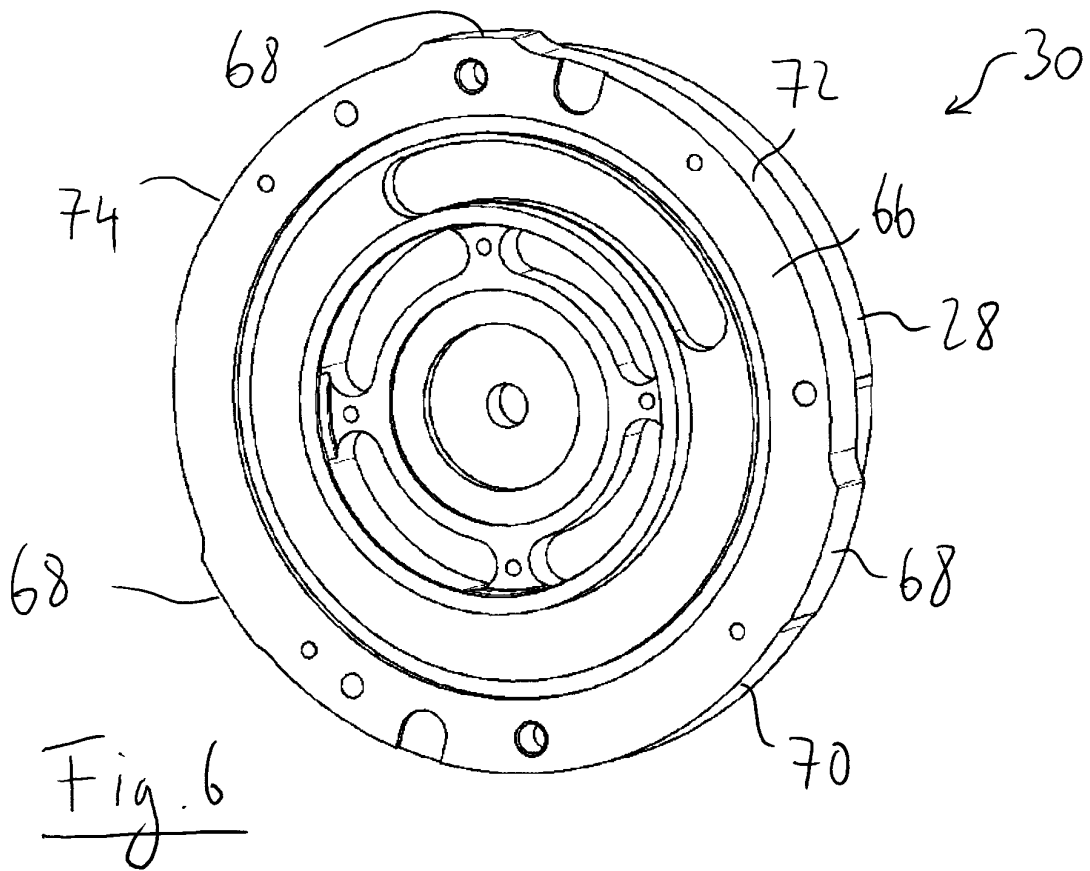
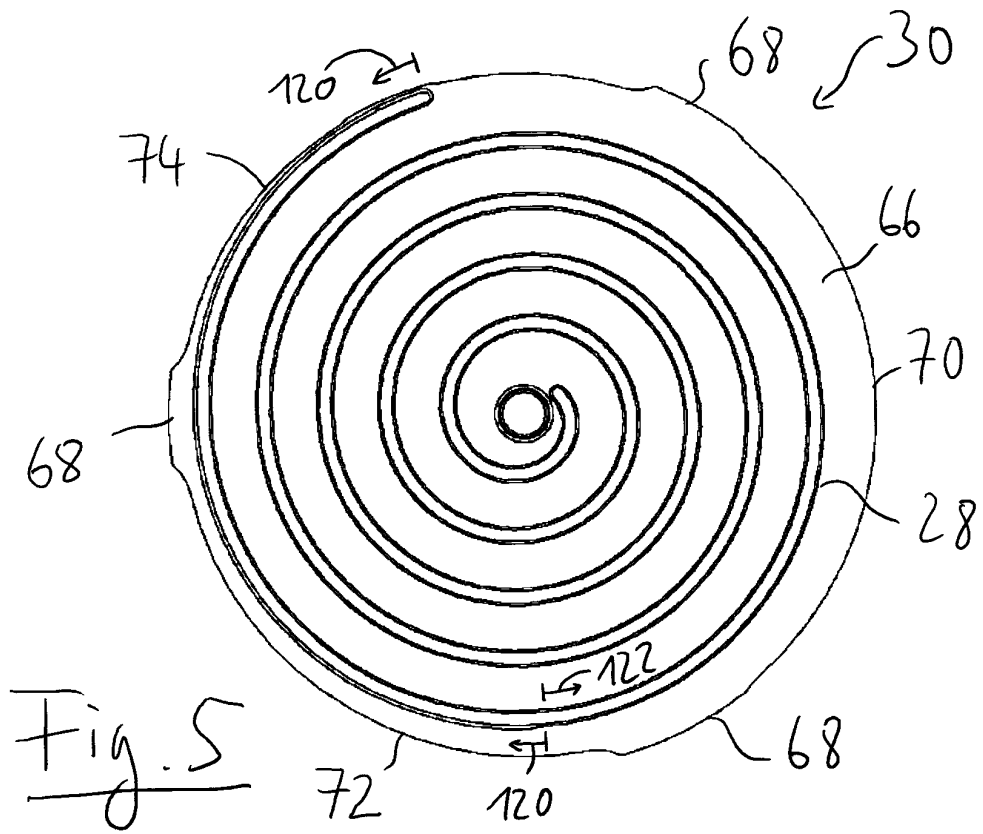
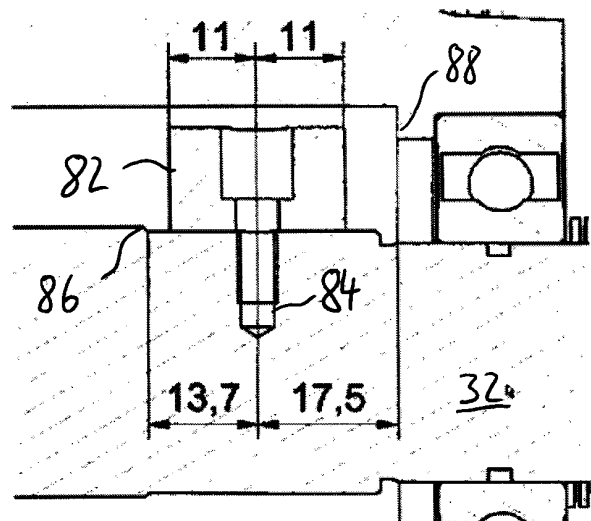
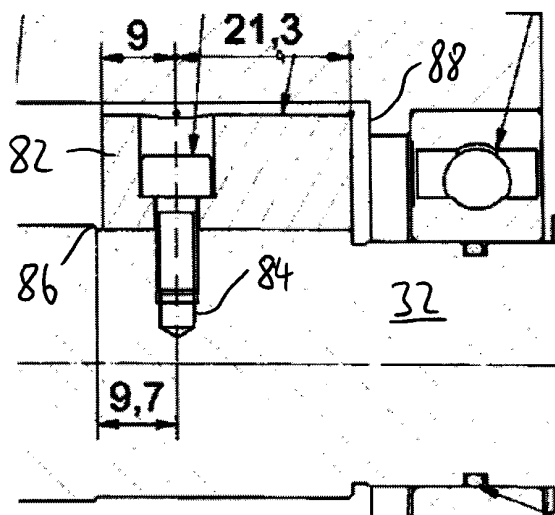
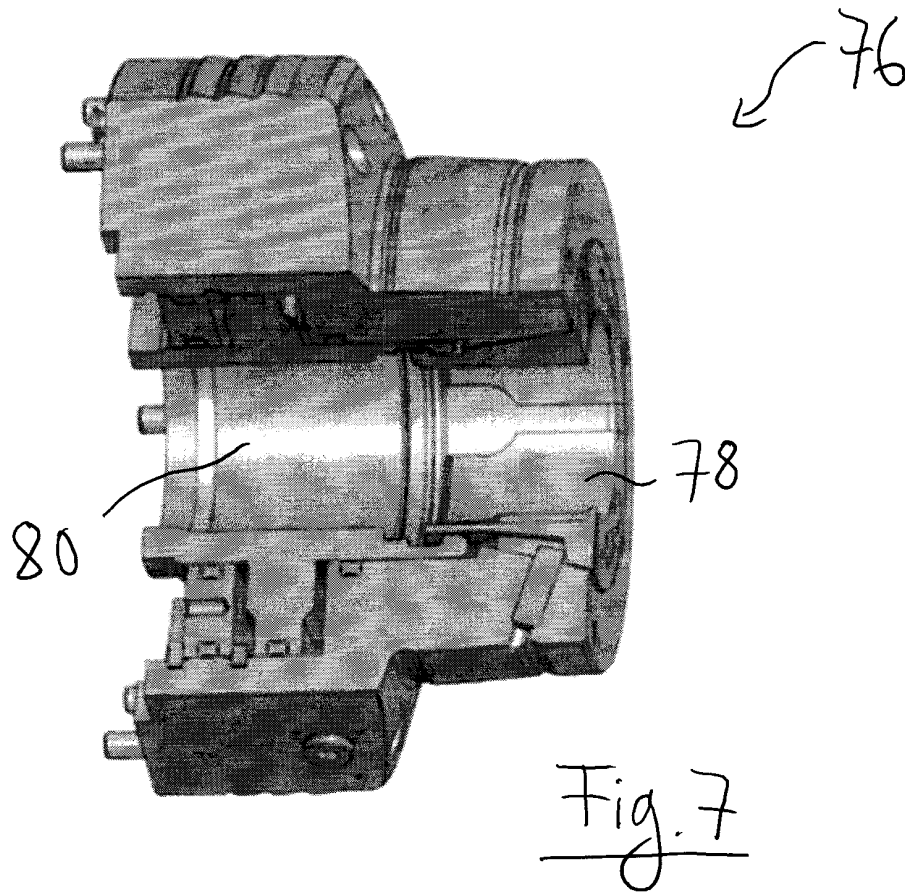


Fig. 4





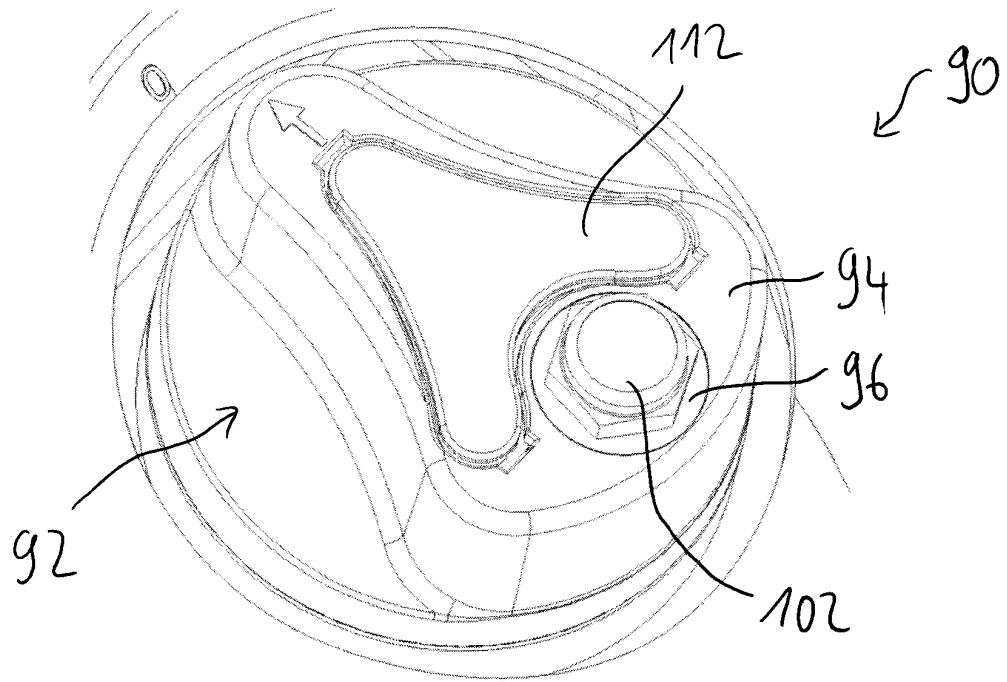


Fig. 10

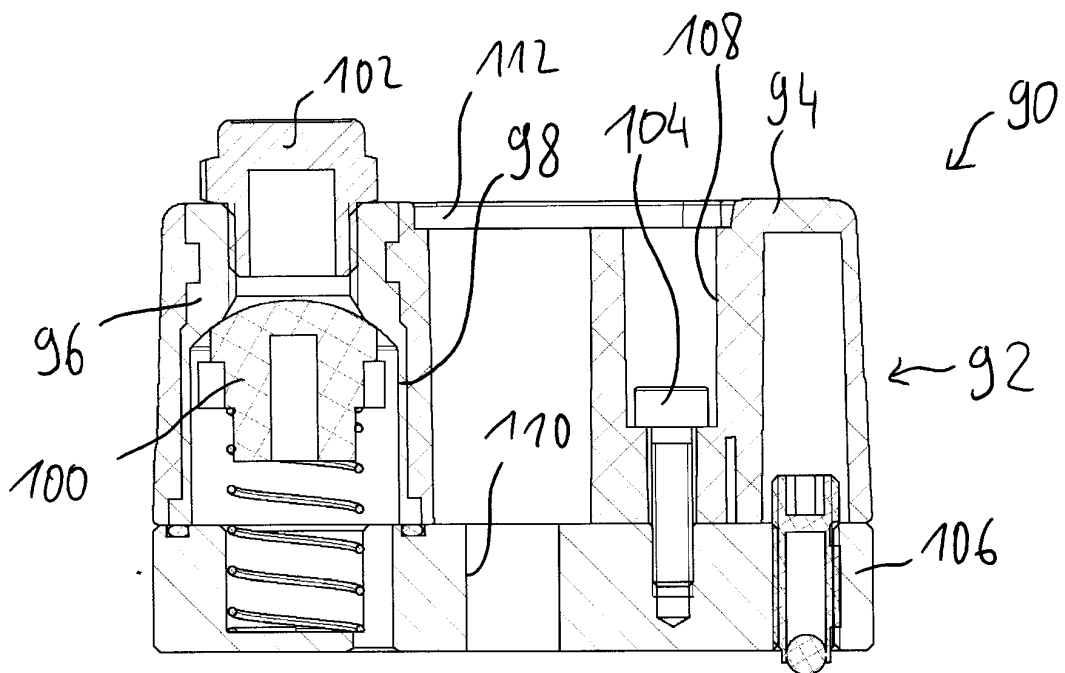
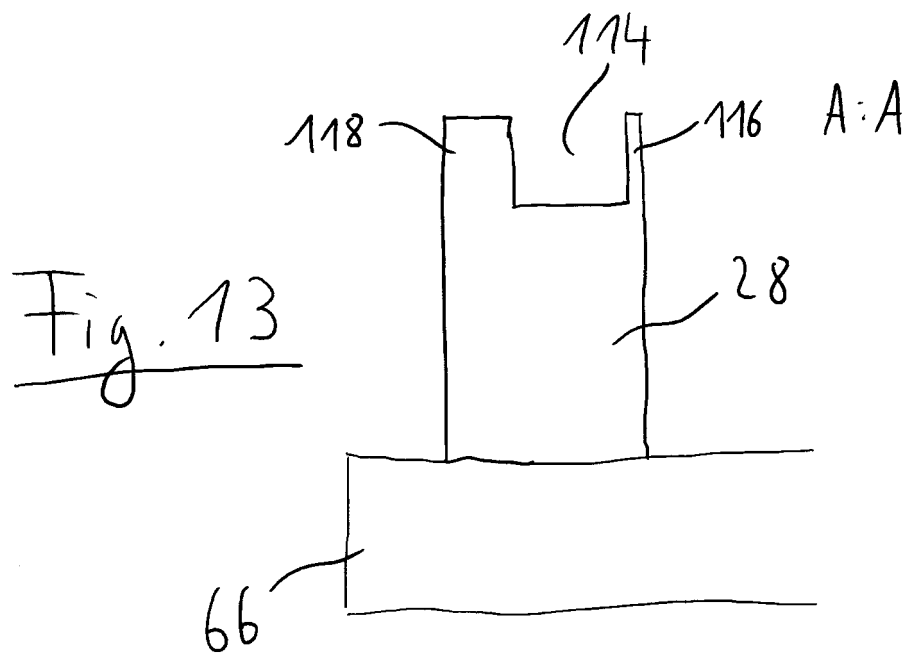
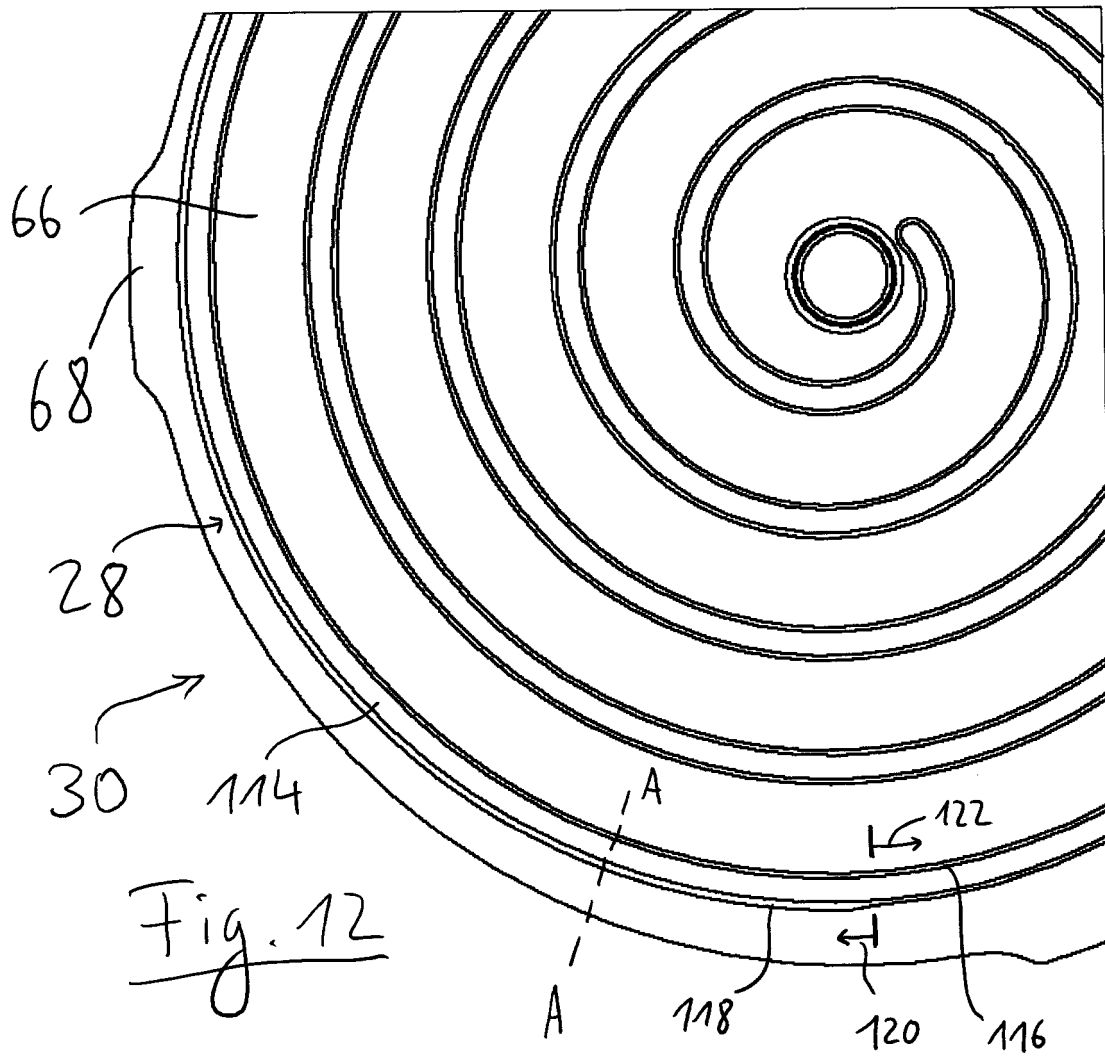


Fig. 11



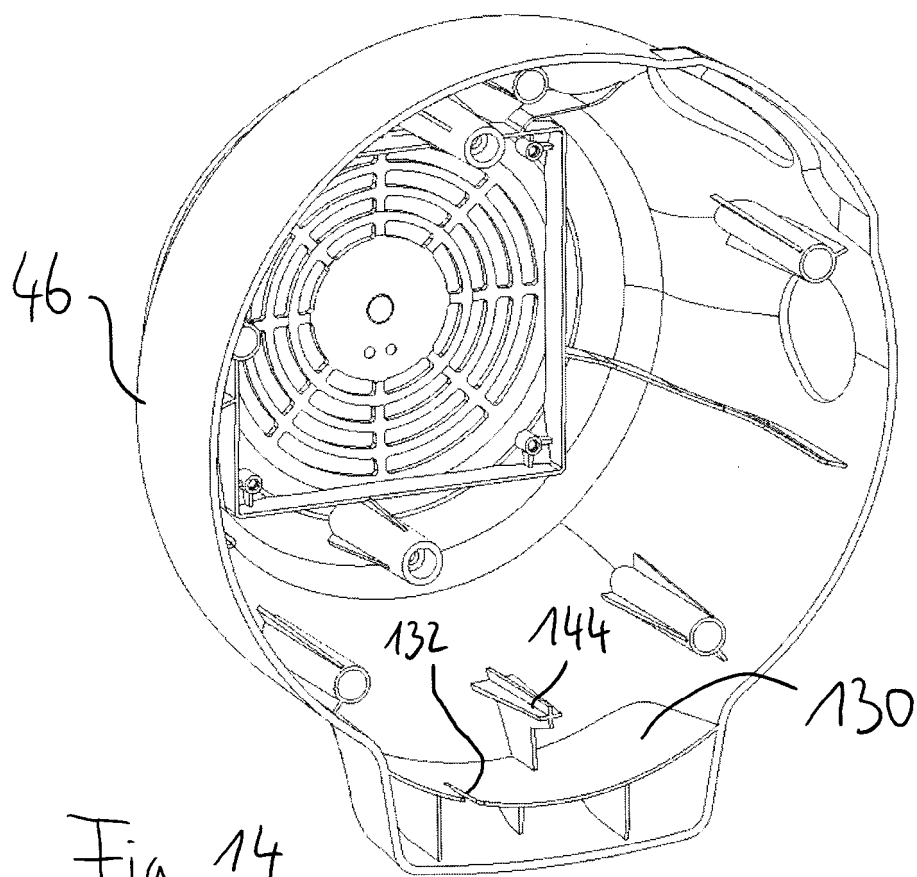


Fig. 14

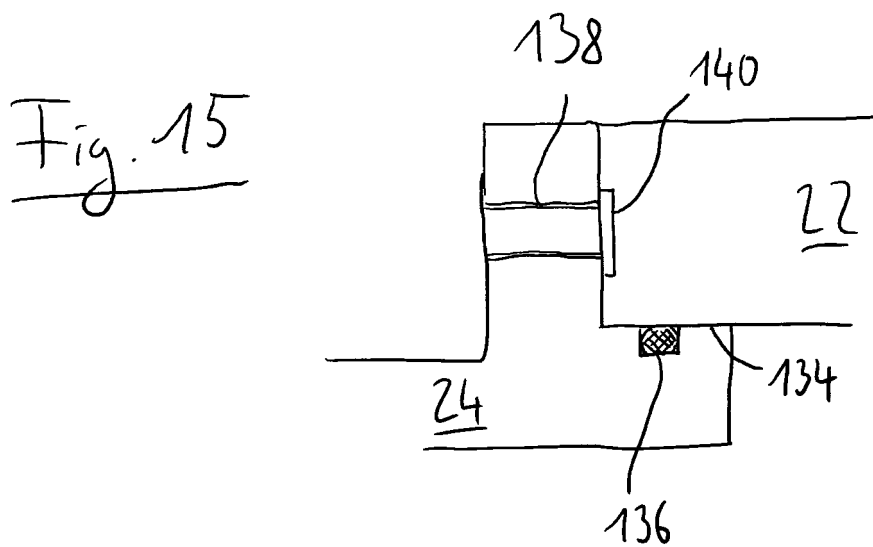


Fig. 15

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 3067560 A1 [0002]
- US 9341187 B2 [0002]
- US 2014219846 A1 [0002]
- EP 1918585 A2 [0002]
- JP 2003120529 A [0002]