



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 437 512 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.07.2004 Patentblatt 2004/29

(51) Int Cl.7: **F04C 18/12, F04C 18/08**

(21) Anmeldenummer: **03028332.9**

(22) Anmeldetag: **10.12.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Asslar (DE)

(72) Erfinder:
• **Rippl, Christopher Mark**
35578 Wetzlar (DE)
• **Wagner, Jürgen**
57629 Müschenbach (DE)

(30) Priorität: **08.01.2003 DE 10300203**

(54) **Zweiwellenvakuumpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zweiwellenvakuumpumpe, bei der durch das Zusammensetzen von zwei auf jeweils einer Welle angeordneten Kolben ein Pumpeneffekt erzeugt wird, wobei die Kolben jeweils aus ei-

ner Vielzahl von scheibenförmigen Bauteilen gebildet werden, um die Kolben zum einen sehr preiswert herstellen zu können und zum anderen notwendige Anpassungen des Rotorprofils problemlos vorgenommen werden können.

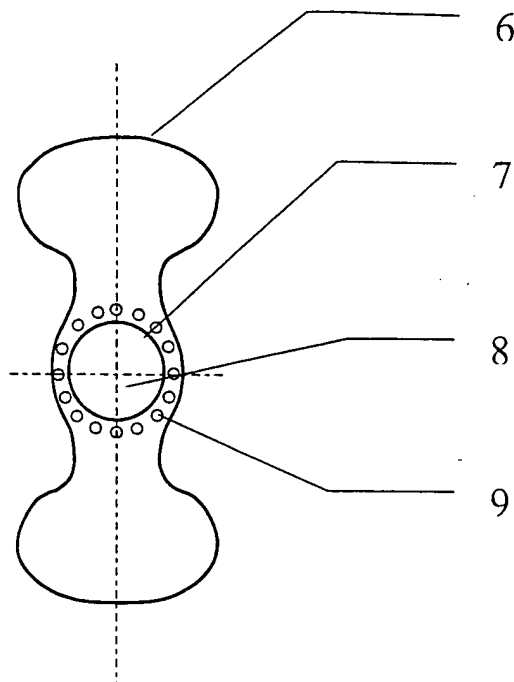


Fig.: 1

EP 1 437 512 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zweiwellenvakuumpumpe sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Zweiwellenvakuumpumpe.

[0002] Mehrwellenvakuumpumpen, wie zum Beispiel Schraubenpumpen der hier beschriebenen Art, finden als trockene Pumpsysteme besonders in der chemischen Industrie und in der Halbleitertechnik ein breites Einsatzgebiet. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem Gehäuse mit zwei sich überschneidenden Bohrungen, in denen zwei schraubenförmige Rotoren mit entgegengesetztem Drehsinn ineinander kämmen und sich berührungsfrei aufeinander abwälzen. Durch dieses Zusammenwirken wird der Pumpeffekt erzeugt. Das zu fördernde Gas wird auf der einen Seite der Rotoren am Einlass angesaugt und in axialer Richtung zum Auslass gefördert. Durch abnehmende Steigung der Schraubengänge vom Einlass zum Auslass hin wird eine Verdichtung des Gases bewirkt.

[0003] Die Rotoren sind gemäß dem Stand der Technik einstückig ausgebildet. Die Erzielung eines effektiven Verhaltens erfordert eine sehr hohe Präzision. Für die Herstellung der Rotoren ist der Einsatz von bahngesteuerten fünfachsigen Bearbeitungsmaschinen Voraussetzung. Sowohl die Fertigung als auch die Prüfung der Rotoren ist sehr aufwändig und kostspielig. Zur Reduzierung der Herstellungskosten werden in der Regel Zugeständnisse in Bezug auf ein ideales Profil gemacht. Hierdurch entsteht der Nachteil, dass höhere Rückströmverluste verursacht werden. Die Fertigungsmöglichkeiten wirken sich maßgeblich auf die Formgebung des Schraubenprofils aus.

[0004] Anwendungsorientierte Anpassungen haben Änderungen der Schraubenform zur Folge und wirken sich dadurch auf das Programm der Fertigungsmaschinen und eventuell auf die Auswahl des Werkzeuges aus.

[0005] Besonders im Rahmen der Entwicklung einer Pumpe sind häufige Anpassungen zu erwarten. Dadurch entsteht ein hoher Zeit-, Prüf- und Fertigungsaufwand.

[0006] Ein weiterer Nachteil der zum Stand der Technik gehörenden Pumpe besteht darin, dass die Materialauswahl durch die notwendige Berücksichtigung der Zerspanungseigenschaften stark eingeschränkt wird.

[0007] Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, eine Zweiwellenvakuumpumpe mit Rotoren anzugeben, die in einem wesentlich vereinfachten und kostensparenden Fertigungsverfahren hergestellt werden kann und dennoch die hohen Anforderungen, welche an Präzision und Prüfung gestellt werden, erfüllt. Notwendige Anpassungen des Rotorprofils entsprechend der Anwendungsfälle sollen vorgenommen werden können. Weiterhin soll die Materialauswahl weniger eingeschränkt sein. Darüber hinaus soll ein Verfahren zur Herstellung einer Zweiwellenvakuumpumpe angegeben werden, welches ebenfalls

vereinfacht und kostensparend ist.

[0008] Dieses technische Problem wird durch eine Zweiwellenvakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie mit einem Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 25 gelöst.

[0009] Gemäß der Erfindung ist die Zweiwellenvakuumpumpe, bei der durch das Zusammenwirken von zwei auf jeweils einer Welle angeordneten Kolben ein Pumpeffekt erzeugt wird, derart ausgebildet, dass die Kolben jeweils aus einer Vielzahl von scheibenförmigen Bauteilen gebildet werden.

[0010] Durch die Anordnung einer Vielzahl von scheibenförmigen Bauteilen, die die Kolben der Zweiwellenvakuumpumpe bilden, wird bei der Herstellung das sehr zeitaufwändige spanabhebende Verfahren vermieden. Die Kolben werden gemäß der Erfindung aus relativ preisgünstig hergestellten Bauteilen gebildet.

[0011] Vorteilhaft sind die scheibenförmigen Bauteile in Bezug auf die jeweilige Welle im Winkel zueinander im gleichen Drehsinn versetzt angeordnet, so dass die Kolben im Gesamten jeweils eine schraubenförmige Bauweise aufweisen.

[0012] Wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Zweiwellenvakuumpumpe ist, dass sie sehr preiswert im Aufbau ist, und dass die scheibenförmigen Bauteile im Stanz- und Umformverfahren hergestellt werden.

[0013] Je nach Anwendungsfall ist es möglich, den Winkelversatz der scheibenförmigen Bauteile gegeneinander mit gleichen und/oder unterschiedlichen Winkeln zu realisieren. Bei gleichen Winkeln weisen die Schraubengänge eine gleichmäßige Steigung auf, wenn bei einem unterschiedlichen Winkelversatz beispielsweise durch eine abnehmende Steigung der Schraubengänge vom Einlass zum Auslass hin eine Verdichtung des Gases bewirkt wird. Der Winkelversatz kann teilweise oder vollständig unterschiedlich sein.

[0014] Die erfindungsgemäße Zweiwellenvakuumpumpe kann in der Bauweise einer eingängigen, zweigängigen oder mehrgängigen Schraube ausgebildet sein. Die Auswahl richtet sich hierbei ebenfalls nach den Anforderungen. Der erfindungsgemäße Aufbau kann jedoch bei sämtlichen Schraubenpumpen eingesetzt werden.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die scheibenförmigen Bauteile zueinander oder in Bezug auf die Welle einen reproduzierbaren Winkelversatz auf. Da es sich bei der vorliegenden Erfindung um eine Zweiwellenvakuumpumpe handelt, ist es erforderlich, dass der Winkelversatz hochgenau und reproduzierbar ist, damit die schraubenförmigen Rotoren mit entgegengesetztem Drehsinn ineinander kämmen und sich berührungsfrei aufeinander abwälzen.

[0016] Die scheibenförmigen Bauteile können gemäß der Erfindung untereinander ausgerichtet sein, das heißt der Winkelversatz eines Bauteiles richtet sich nach dem benachbarten Bauteil. Es ist auch möglich, den Winkelversatz in Bezug zu der Welle zu setzen.

Dies hat den Vorteil, dass sich Winkelfehler nicht addieren.

[0017] Die scheibenförmigen Bauteile sind vorteilhaft mittelbar oder unmittelbar aneinanderliegend auf der Welle angeordnet. Um ein berührungsfreies Abwälzen der schraubenförmigen Rotoren aufeinander zu gewährleisten, ist gemäß der Erfindung vorgesehen, in axialer Richtung zwischen den scheibenförmigen Bauteilen einen Abstand vorzusehen, der beispielsweise in der Größenordnung von einem zehntel Millimeter liegt.

[0018] Zur Einhaltung des Abstandes ist vorzugsweise ein Abstandhalter vorgesehen. Der Abstandhalter ist vorteilhaft einstückig mit den scheibenförmigen Bauteilen ausgebildet. Da die Bauteile in einem Stanz- und Umformverfahren hergestellt werden, bietet es sich an, Abstandhalter in die scheibenförmigen Bauteile einzuprägen.

[0019] Es ist auch möglich, den Abstandhalter als gesondertes Bauteil auszubilden. Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung einer Scheibe. Vorteilhafterweise ist dieser Abstandhalter derart ausgebildet, dass er lediglich eine Teilfläche der scheibenförmigen Bauteile überdeckt. Der Abstandhalter ist besonders vorteilhaft so ausgebildet, dass er maximal eine Fläche aufweist, die einer Teilfläche benachbarter scheibenförmiger Bauteile entspricht.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die scheibenförmigen Bauteile jeweils ein innen verzahntes Zahnrad und ein außen verzahntes Zahnrad auf, derart, dass das außen verzahnte Zahnrad eines ersten scheibenförmigen Bauteiles in ein innen verzahntes Zahnrad eines benachbarten zweiten scheibenförmigen Bauteiles greift.

[0021] Durch die Zahnradausbildung ist es möglich, den Versatz der scheibenförmigen Bauteile zueinander hochgenau und reproduzierbar auszubilden. Die Größe des Versatzes kann gewählt werden, indem ein Versatz von einem oder mehreren Zähnen des Zahnrades gewählt wird.

[0022] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Höhe des außen verzahnten Zahnrades größer als die Tiefe des innen verzahnten Zahnrades ausgebildet, so dass beim Eingreifen des außen verzahnten Zahnrades in das innen verzahnte Zahnrad zwischen den beiden scheibenförmigen Bauteilen ein Abstand verbleibt. In diesem Fall ist ein zusätzlicher Abstandhalter nicht mehr erforderlich.

[0023] Anstelle des Versatzes durch die Zahnräder ist es auch möglich, in den scheibenförmigen Bauteilen einen Lochring vorzusehen. Die Löcher des Lochringes sind in äquidistantem Abstand zu einer Aufnahmeöffnung für die Welle sowie zueinander in äquidistantem Abstand angeordnet. Bei der Anordnung der scheibenförmigen Bauteile ist darauf zu achten, dass die Löcher sich überdecken. Zur Fixierung ist es möglich, beispielsweise einen Stift oder ein Seil, vorzugsweise ein stabiles Drahtseil, durch die zur Deckung gebrachten Löcher zu stecken.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist es möglich, die Welle als Zahnwelle auszubilden und die Aufnahmeöffnung in den scheibenförmigen Bauteilen als innen verzahntes Zahnrad auszubilden, so dass die scheibenförmigen Bauteile formschlüssig auf der Welle angeordnet werden können. Über die Verzahnung Welle/Bauteil ist es möglich, einen Versatz der Bauteile zueinander zu erhalten.

[0025] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weisen die scheibenförmigen Bauteile Vorsprünge und/oder Vertiefungen auf. Die Vorsprünge sind derart ausgebildet, dass die Vorsprünge eines ersten Bauteiles an einem benachbarten Bauteil anliegend ausgebildet sind. Hierdurch kann zum einen ein Abstand zwischen den Bauteilen erzielt werden. Vorteilhaft sind die Vorsprünge jedoch zum anderen auch dafür vorgesehen, dass eine Abdichtung zwischen den scheibenförmigen Bauteilen vorhanden ist, so dass zwischen den Bauteilen durch die Abstandhalter kein Zwischenraum verbleibt, durch den das zu transportierende Gas durchströmen kann.

[0026] Vorteilhaft sind die Vorsprünge und/oder Vertiefungen im Bereich der Außenkonturen der scheibenförmigen Bauteile angeordnet.

[0027] Die Ausbildung der Vorsprünge erfolgt vorteilhaft in einem Umformvorgang, derart, dass auf der einen Seite der scheibenförmigen Bauteile eine Vertiefung ausgebildet wird, die auf der anderen Seite des scheibenförmigen Bauteiles einen Vorsprung darstellt.

[0028] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die scheibenförmigen Bauteile einstückig ausgebildet sind. Hierdurch wird die Herstellung der Bauteile besonders preisgünstig.

[0029] Es ist möglich, sämtliche scheibenförmigen Bauteile eines Kolbens oder beider Kolben identisch auszubilden. Auch hierdurch wird eine preisgünstige Herstellung gewährleistet.

[0030] Die aus den scheibenförmigen Bauteilen gebildeten Kolben sind in einem entsprechend geformten Gehäuse angeordnet.

[0031] Gemäß einem Sonderfall ist es möglich, die scheibenförmigen Bauteile ohne Winkelversatz zueinander auf den Wellen anzuordnen. In diesem Fall erhält man Kolben, die als Kolben für Wälzkolbenpumpen einsetzbar sind.

[0032] Die scheibenförmigen Bauteile werden durch folgende Verfahrensschritte hergestellt:

- die scheibenförmigen Bauteile werden gestanzt und umgeformt,
- die scheibenförmigen Bauteile werden auf einer Welle angeordnet, wobei der Winkelversatz entweder einen von null Grad verschiedenen Winkel einschließt oder im Sonderfall null Grad beträgt, das heißt kein Versatz vorgenommen wird,
- die Bauteile werden auf der Welle fixiert, indem sie verspannt, verklebt, verschweißt, mit einem durch die Bohrungen gezogenen Stift oder Seil zueinander

der fixiert oder dergleichen mehr werden,

- die beiden Kolben werden in einem Gehäuse angeordnet.

[0033] Es ist möglich, die Kolben nach Anordnung der Bauteile auf der Welle in einer der Außenkontur des Kolbens entsprechenden Negativform anzuordnen, um die Bauteile auszurichten. In diesem Fall werden die Kolben anschließend vorteilhaft zueinander fixiert, beispielsweise miteinander verklebt.

[0034] Die erfindungsgemäße Zweiwellenvakuumpumpe weist die folgenden Vorteile auf:

- sehr einfache Fertigung,
- die scheibenförmigen Bauteile können im Stanzverfahren (Feinschnitt) hergestellt werden,
- die Herstellungskosten werden durch die Verwendung vieler identischer Teile reduziert,
- das Material der Segmente beziehungsweise des Rotors kann frei gewählt werden. Auf diese Weise können auch Rotoren aus hochwertigem Edelstahl hergestellt werden,
- die Abstufung (Steigung) und Saugvermögen können frei gewählt werden,
- es ist möglich, Roots-Stufen mit Segmentkolbenstufen zu kombinieren (Wälzkolbenpumpe mit integrierter Atmosphären-Stufe als Ersatz für Pumpstände),
- in der Entwicklungsphase können mit einem Satz Teile beliebige Abstufungen getestet werden, ohne dass neue Teile gefertigt werden müssen,
- das Pumpsystem kann schnell ohne Fertigungsaufwand an neue Applikationen angepasst werden (erneute Montage derselben Pumpe),
- die Profilform kann frei gewählt werden (Abwälzbedingung in einer Ebene).

[0035] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, und zwar zeigen:

- Fig. 1 ein scheibenförmiges Bauteil in Draufsicht;
- Fig. 2 die Anordnung mehrerer scheibenförmiger Bauteile auf einer Welle mit Winkelversatz;
- Fig. 3 zwei Kolben, bestehend aus einer Vielzahl scheibenförmiger Bauteile in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 4 eine Anordnung von zwei Schraubenrotoren in einem Pumpengehäuse im Längsschnitt;
- Fig. 5 ein scheibenförmiges Bauteil mit innen verzahntem Zahnrad und Vorsprung in Vorderansicht;
- Fig. 6 einen Schnitt nach der Linie VI-VI der Fig. 5;

Fig. 7 zwei Kolben mit scheibenförmigen Bauteilen im Eingriff in Vorderansicht;

Fig. 8 zwei scheibenförmige Bauteile im Winkelversatz zueinander mit Zwischenplatte in Draufsicht;

Fig. 9 ein geändertes Ausführungsbeispiel von scheibenförmigen Bauteilen für eine zweigängige Pumpe;

Fig. 10 ein geändertes Ausführungsbeispiel eines scheibenförmigen Bauteiles für eine eingängige Pumpe.

[0036] Fig. 1 zeigt zwei Kolben (1, 2), die jeweils aus einer Vielzahl von scheibenförmigen Bauteilen (3) bestehen, wobei die scheibenförmigen Bauteile (3) des Kolbens (1) auf einer Welle (4) und die scheibenförmigen Bauteile (3) des Kolbens (2) auf einer Welle (5) angeordnet sind. Die scheibenförmigen Bauteile (3) sind in Bezug auf die jeweilige Welle (4, 5) im Winkel zueinander im gleichen Drehsinn versetzt zueinander angeordnet, so dass jeweils eine Außenkontur der Kolben (1, 2) schraubenförmig ausgebildet ist.

[0037] Fig. 2 zeigt den Kolben (1) mit den scheibenförmigen Bauteilen (3), die auf der Welle (4) angeordnet sind, wobei die scheibenförmigen Bauteile (3) mit jeweils einem konstanten Winkel zueinander versetzt angeordnet sind.

[0038] Fig. 3 zeigt ein scheibenförmiges Bauteil (6), bei dem um eine Aufnahmeöffnung (7) für eine Welle (8) ein Ring aus Löchern (9) angeordnet ist. Bei einem Winkelversatz der Bauteile (6) zueinander werden die Löcher (9) benachbarter Bauteile (6) zur Deckung gebracht, so dass ein Stift (nicht dargestellt) durch die Löcher (9) gesteckt werden kann und damit die scheibenförmigen Bauteile (6) mit dem gewünschten Winkelversatz zueinander fixiert.

[0039] Fig. 4 zeigt ein Pumpengehäuse (10), in dem zwei Rotoren (1, 2) mit den Wellen (4, 5) angeordnet sind. Auf den Wellen (4, 5) sind die scheibenförmigen Bauteile (3) mit einem Winkelversatz zueinander angeordnet. Die Wellen (4, 5) sind mittels Lagern (11) in dem Gehäuse (10) gelagert. Die Wellen (4, 5) werden über ein Getriebe (38) synchronisiert.

[0040] Fig. 5 zeigt ein scheibenförmiges Bauteil (12), welches an seiner Unterseite ein außen verzahntes Zahnrad (13) aufweist und auf seiner Oberseite ein innen verzahntes Zahnrad (14). Wie der Fig. 6 zu entnehmen ist, ist das außen verzahnte Zahnrad (13) aus der Grundebene des Bauteiles (12) hervorstehend angeordnet, während das innen verzahnte Zahnrad (14) als in dem Material des Bauteiles (12) ausgebildetes Zahnrad ausgebildet ist.

[0041] Das bedeutet, dass bei Anordnung von mehreren Bauteilen (12) jeweils ein außen verzahntes Zahnrad (13) in ein innen verzahntes Zahnrad (14) eines be-

nachbarten Bauteiles (12) greift.

[0042] Gemäß Fig. 5 weist das scheibenförmige Bauteil (12) zusätzlich eine umlaufende Sicke (15) auf, die sich bei Anordnung mehrerer Bauteile (12) nebeneinander auf einer Welle an das benachbarte Bauteil anlegt und damit eine Dichtungswirkung hervorruft.

[0043] Fig. 7 zeigt scheibenförmige Bauteile (16), die auf Wellen (17, 18) angeordnet sind. Die scheibenförmigen Bauteile (16) weisen Vorsprünge (19) und Vertiefungen (20) auf. Teilt man die scheibenförmigen Bauteile (16) in Quadranten auf, sind jeweils in diagonal gegenüberliegenden Quadranten Vorsprünge oder Vertiefungen vorgesehen, damit beim berührungslosen Aufeinanderabwälzen der Kolben (21, 22) die Vorsprünge (19) der Bauteile (16) des Kolbens (21) nicht den Eingriff der Bauteile (16) des Kolbens (22) behindern.

[0044] Fig. 8 zeigt zwei scheibenförmige Bauteile (23, 24), die in einem Winkel von 30° zueinander versetzt angeordnet sind. Die Fläche (25) stellt die gemeinsame Fläche dar, die von beiden Bauteilen (23, 24) überdeckt wird. In diesen Bereich greift kein gegenüberliegendes Bauteil eines benachbarten Kolbens, so dass ein Abstandhalter (26), der genau die Fläche (25) aufweist, das berührungslose Abwälzen zweier benachbarter Kolben nicht behindert.

[0045] Fig. 9 zeigt zwei scheibenförmige Bauteile (27), die auf Wellen (28, 29) angeordnet sind. Die mit einem Winkelversatz zu den Bauteilen (27) angeordneten benachbarten Bauteile sind der besseren Übersicht halber nicht dargestellt. Die Bauteile (27) bilden mit benachbarten Bauteilen, die ebenfalls auf den Wellen (28, 29) angeordnet sind, zwei Kolben (30, 31), die in einem Gehäuse (32) angeordnet sind. Die Bauteile (27) sind derart ausgebildet, dass eine zweigängige Pumpe entsteht.

[0046] Fig. 10 zeigt ein scheibenförmiges Bauteil (33) für eine eingängige Pumpe. Das Bauteil (33) weist wiederum Vertiefungen (34) und Vorsprünge (35) auf sowie ein Zahnrad (36), welches auf der Oberseite des Bauteiles (33) angeordnet ist. Auf der Seite ist das entsprechend-ausgeformte Zahnrad (37) ausgebildet, welches das Gegenstück zu dem Zahnrad (36) bildet.

Bezugszahlen

[0047]

- 1 Kolben
- 2 Kolben
- 3 scheibenförmiges Bauteil
- 4 Welle
- 5 Welle
- 6 Bauteil
- 7 Aufnahmeöffnung
- 8 Welle
- 9 Löcher
- 10 Pumpengehäuse
- 11 Lager

- 12 Bauteil
- 13 Zahnrad außen verzahnt
- 14 Zahnrad innen verzahnt
- 15 Sicke
- 5 16 Bauteil
- 17 Welle
- 18 Welle
- 19 Vorsprung
- 20 Vertiefung
- 10 21 Kolben
- 22 Kolben
- 23 scheibenförmiges Bauteil
- 24 scheibenförmiges Bauteil
- 25 Fläche
- 15 26 Abstandhalter
- 27 scheibenförmiges Bauteil
- 28 Welle
- 29 Welle
- 30 Kolben
- 20 31 Kolben
- 32 Gehäuse
- 33 Bauteil
- 34 Vertiefung
- 35 Vorsprung
- 25 36 Zahnrad
- 37 Zahnrad
- 38 Getriebe

30 Patentansprüche

- 35 1. Zweiwellenvakuumpumpe, bei der durch das Zusammenwirken von zwei auf jeweils einer Welle angeordneten Kolben ein Pumpeffekt erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben (1, 2; 21, 22; 30, 31) jeweils aus einer Vielzahl von scheibenförmigen Bauteilen (3; 6; 12; 16; 23; 24; 27; 33) gebildet werden.
- 40 2. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils eine Außenkontur der Kolben (1, 2; 21, 22; 30, 31) der Zweiwellenvakuumpumpe durch die auf den Wellen (4, 5; 8; 17, 18; 28, 29) angeordneten scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 6; 23, 24; 27; 33) ausgebildet wird.
- 45 3. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) in Bezug auf die jeweilige Welle (4, 5; 8; 17, 18; 28, 29) im Winkel zueinander im gleichen Drehsinn versetzt angeordnet sind, so dass jeweils eine schraubenförmige Außenkontur der Kolben (1, 2; 21, 22; 30, 31) ausgebildet ist.
- 50 4. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, 2, oder 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die schei-
- 55

benförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) zueinander oder in Bezug auf die Welle (4, 5; 8; 17, 18; 28, 29) einen reproduzierbaren Winkelversatz aufweisen.

5. Zweiwellenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkel, um die die scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) gegeneinander versetzt sind, teilweise oder alle unterschiedlich sind.

6. Zweiwellenvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben die Bauweise einer eingängigen Schraube aufweisen.

7. Zweiwellenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben (1, 2; 21, 22; 30, 31) die Bauweise einer mehrgängigen Schraube aufweisen.

8. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) mittelbar oder unmittelbar aneinanderliegend auf der Welle (4, 5; 8; 17, 18; 28, 29) angeordnet sind.

9. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den scheibenförmigen Bauteilen (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) jeweils ein Abstandhalter (15, 19, 26) angeordnet ist.

10. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandhalter (26) als Scheibe ausgebildet ist, wobei der Abstandhalter (26) lediglich eine Teilfläche der scheibenförmigen Bauteile (23, 24) überdeckt.

11. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandhalter (15, 19) einstückig mit den scheibenförmigen Bauteilen (12, 16) ausgebildet ist.

12. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die scheibenförmigen Bauteile (3, 12, 16, 33) jeweils ein innen verzahntes Zahnrad (14, 36) und ein außen verzahntes Zahnrad (13, 37) aufweisen, derart, dass ein außen verzahntes Zahnrad (13, 37) eines ersten scheibenförmigen Bauteiles (3, 12, 16, 33) in ein innen verzahntes Zahnrad (14, 36) eines benachbarten zweiten scheibenförmigen Bauteiles (3, 12, 16, 33) greift.

13. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe des außen verzahnten Zahnrades (13, 37) größer als die Tiefe

des innen verzahnten Zahnrades (14, 36) ausgebildet ist.

14. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die scheibenförmigen Bauteile (6, 23, 24) einen Lochring aufweisen, dass Löcher (9) des Lochringes jeweils zueinander und jeweils zu einer Aufnahmeöffnung (7) für die Welle (8) in äquidistantem Abstand angeordnet sind.

15. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stift oder Seil in den zur Deckung gebrachten Löchern (9) der scheibenförmigen Bauteile (6) angeordnet ist.

16. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle als Zahnwelle ausgebildet ist, und dass die Bauteile eine Aufnahmeöffnung mit einem innen verzahnten Zahnrad für die Welle aufweisen, derart, dass die scheibenförmigen Bauteile formschlüssig auf der Zahnwelle anordbar sind.

17. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die scheibenförmigen Bauteile (12, 16, 33) Vorsprünge (15, 19, 35) und/oder Vertiefungen (20, 34) aufweisen.

18. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorsprünge (15, 19, 35) und/oder Vertiefungen (20, 34) im Bereich der Außenkonturen der scheibenförmigen Bauteile (12, 16, 33) angeordnet sind.

19. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe der Vorsprünge (15, 19, 35) derart ausgebildet ist, dass die Vorsprünge (15, 19, 35) an dem jeweils benachbarten scheibenförmigen Bauteil (12, 16, 33) anliegen.

20. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorsprünge (15, 19, 35) auf einer Seite der scheibenförmigen Bauteile (12, 16, 33) durch Vertiefungen auf der anderen Seite der scheibenförmigen Bauteile (12, 16, 33) ausgebildet sind.

21. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) einstückig ausgebildet sind.

22. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) eines Kolbens (1, 2; 21, 22; 30, 31) oder beider Kolben (1, 2; 21, 22; 30, 31) identisch ausgebildet sind.

23. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide aus den scheibenförmigen Bauteilen (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) gebildeten Kolben (1, 2; 21, 22; 30, 31) in einem Gehäuse (32) angeordnet sind. 5
24. Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24) ohne Winkelversatz zueinander auf den Wellen angeordnet sind, derart, dass die gebildeten Kolben als Kolben für Wälzkolbenpumpen einsetzbar sind. 10
25. Verfahren zur Herstellung einer Zweiwellenvakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** 15
- **dass** die scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) gestanzt und umgeformt werden, 20
 - **dass** die scheibenförmigen Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) auf einer Welle (4, 5; 8; 17, 18; 28, 29) angeordnet werden unter Einhaltung des Versatzes,
 - **dass** die Bauteile (3; 6; 12; 16; 23, 24; 27; 33) auf der Welle (4, 5; 8; 17, 18; 28, 29) fixiert werden, 25
 - **dass** die beiden Kolben (1, 2; 21, 22; 30, 31) in einem Gehäuse (32) angeordnet werden. 30
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben nach Anordnung der scheibenförmigen Bauteile auf der Welle in einer der Außenkontur der Kolben entsprechenden Negativform zur Ausrichtung der scheibenförmigen Bauteile angeordnet werden. 35

40

45

50

55

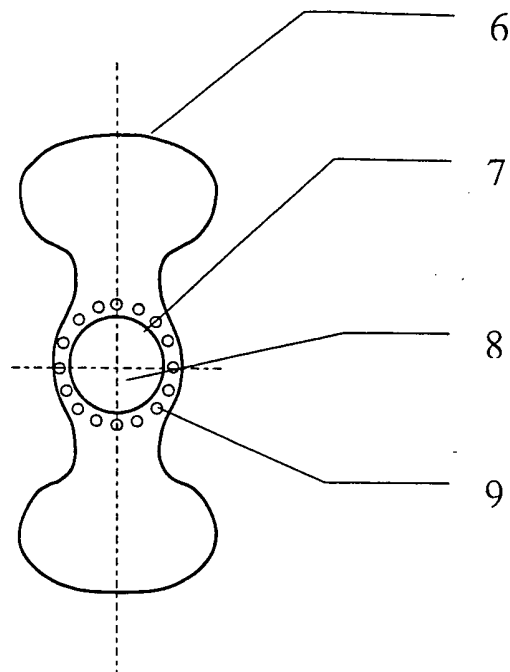


Fig.: 1

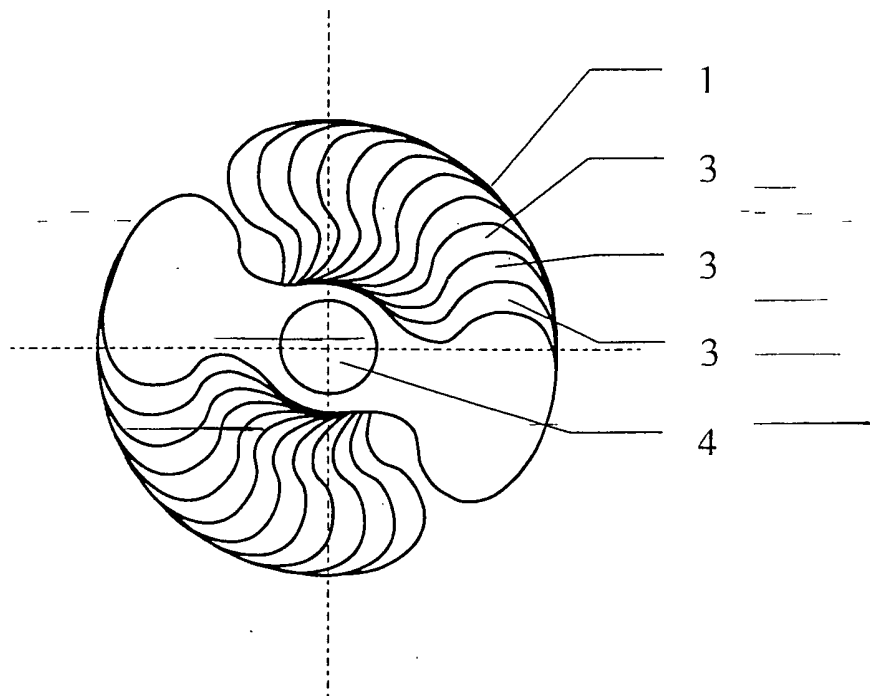


Fig.: 2

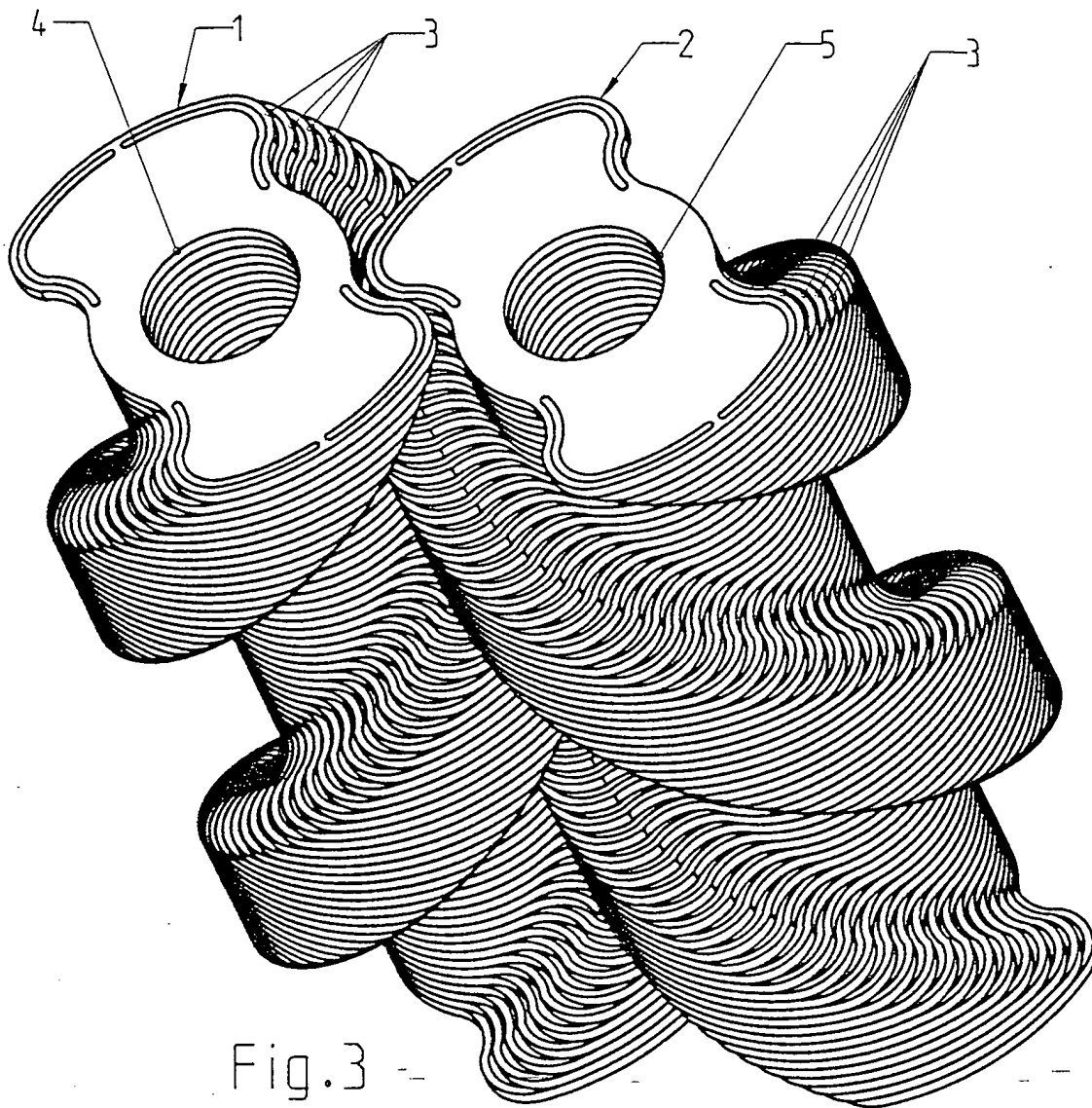


Fig.3 -

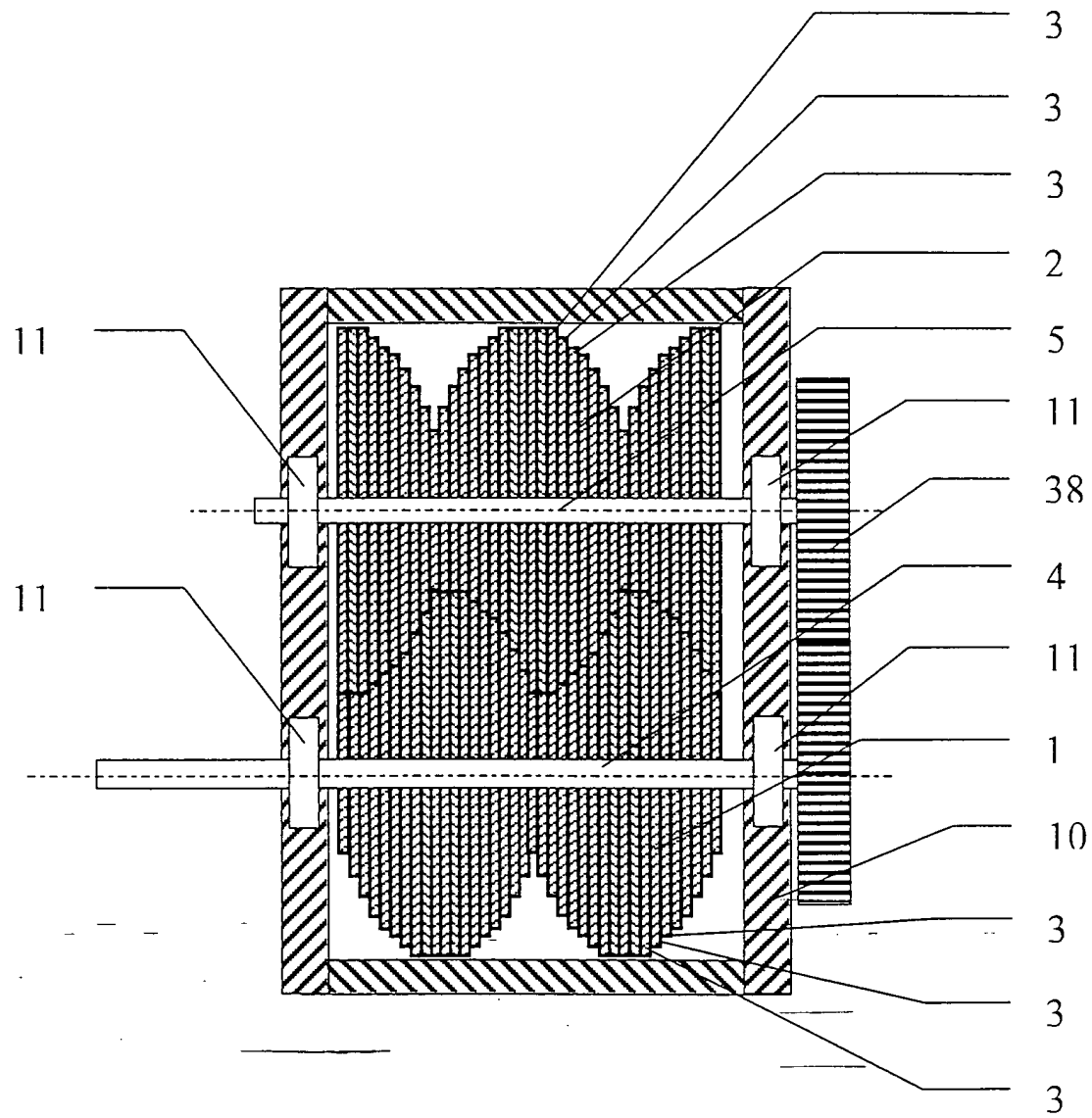


Fig.: 4

