

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87103508.5

51 Int. Cl. 4: **F01C 1/12**

22 Anmeldetag: 11.03.87

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.09.88 Patentblatt 88/37**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

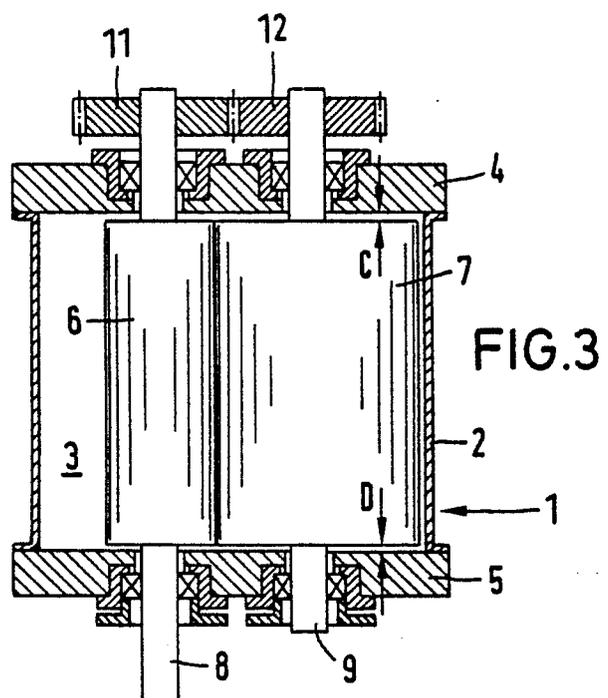
71 Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Bonner Strasse 498**  
**D-5000 Köln 51(DE)**

72 Erfinder: **Heppekausen, Josef**  
**Mühlenweg 97**  
**D-5047 Wesseling(DE)**  
Erfinder: **Kabelitz, Hans-Peter, Dr.**  
**Siebengebirgsallee 5a**  
**D-5000 Köln 90(DE)**  
Erfinder: **Ronthaler, Karl-Heinz**  
**Neusser Strasse 15**  
**D-5352 Zülpich 1(DE)**  
Erfinder: **Steffens, Ralf**  
**Homburger Strasse 22/11**  
**D-5000 Köln 51(DE)**

74 Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**  
**Nagelschmiedshütte 8**  
**D-5000 Köln 40(DE)**

54 **Zweiwellenmaschine.**

57 Um eine Zweiwellenmaschine mit einem Gehäuse (2) und zwei im Gehäuse berührungsfrei drehbar angeordneten Kolben (6, 7) an ihr Einsatzgebiet anzupassen, wird vorgeschlagen, beschichtete Kolben zu verwenden und durch Wahl der Schichtstärke das gewünschte Kaltspiel zu erzielen.



**EP 0 281 654 A1**

## Zweiwellenmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf eine Zweiwellenmaschine mit einem Gehäuse und zwei im Gehäuse berührungsfrei rotierenden Kolben. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung der Zweiwellenmaschine.

Zweiwellenmaschinen der hier betroffenen Art sind zum Beispiel Wälzkolbenpumpen, auch Rootspumpen oder Rootsgebläse genannt. Eine Wälzkolbenpumpe ist eine Drehkolbenpumpe, bei der sich im Pumpengehäuse zwei symmetrisch gestaltete Kolben gegeneinander und zum Gehäuse berührungsfrei drehen. Die beiden Kolben haben einen ungefähr 8-förmigen Querschnitt und sind durch ein Zahnradgetriebe synchronisiert. Rootspumpen dieser Art werden als Förderpumpen sowohl im Vakuum als auch im Überdruckgebiet eingesetzt. Andere Zweiwellenmaschinen sind Northey-Pumpen, Schraubenkompressoren usw.

Wegen der berührungsfreien Anordnung der Kolben im Gehäuse sind Rückströmungen des geförderten Mediums unvermeidbar. Der volumetrische Wirkungsgrad von Zweiwellenmaschinen dieser Art ist deshalb definiert durch das Verhältnis von der effektiv geförderten Gasmenge zur theoretisch förderbaren Gasmenge. Je geringer das Spiel der Kolben zueinander und zur Gehäusewandung ist, desto geringer ist die Rückströmung, das heißt, desto besser ist ihr volumetrischer Wirkungsgrad. Die Wahl beliebiger kleiner Spiele ist jedoch aus thermischen Gründen nicht möglich. Während des Betriebs erwärmt sich die Maschine, und es kommt somit zur Reduktion der vorhandenen Spiele, so daß die Gefahr des Anlaufens der Kolben am Gehäuse besteht.

Bezüglich des Gehäuses besteht die Möglichkeit, die Wärme durch eine Wasser- oder Luftkühlung abzuführen. Die Abführung der Wärme von den rotierenden Kolben erfolgt jedoch im wesentlichen nur durch das geförderte Medium selbst, das entweder die Wärme des Kolbens auf das Gehäuse überträgt oder selbst mit abführt. Da beim Betrieb der Zweiwellenmaschine im Vakuum nur relativ wenig Moleküle zur Abführung der Wärme zur Verfügung stehen, sind die thermischen Probleme in diesem Einsatzgebiet besonders kritisch. Da der Grad der Erwärmung von der Druckdifferenz zwischen Auslaß und Einlaß der Maschine abhängt und eine maximale Temperaturdifferenz zwischen Kolben und Gehäuse zur Vermeidung von Berührungen bei Spielabzehrung nicht überschritten werden darf, müssen beim Betrieb der Zweiwellenmaschinen bestimmte Druckdifferenzen eingehalten werden. Beim Einsatz von Wälzkolbenpumpen im Vakuum darf zum Beispiel die Differenz zwischen Auslaßdruck und Ein-

laßdruck einen vorgegebenen zulässigen Wert nicht überschreiten, sofern keine besonderen Kolben-Kühlmaßnahmen getroffen sind.

Um möglichst hohe Druckdifferenzen bei Vakuumeinsatz zu ermöglichen, ist es bekannt, die Spiele im kalten Zustand der Maschine besonders groß zu wählen. Mit zunehmender Temperatur dehnen sich die Kolben aus, das heißt, die Spiele zueinander und zur Innenwand des Schöpfraumes nehmen ab, so daß die Maschine erst bei ihrer Betriebstemperatur den höchsten volumetrischen Wirkungsgrad hat.

Zweiwellenmaschinen für den Einsatz im Überdruckgebiet unterscheiden sich deshalb von Maschinen für den Einsatz im Vakuum bei im wesentlichen gleichem Kolbenprofil nur durch die Kalspiele der Rotoren zueinander sowie radial und axial zum Gehäuse. Während zum Beispiel das Spiel zwischen dem Kolben und der Schöpfraum-Innenwand bei einem Rootsgebläse mit einem Saugvermögen von 1000 m<sup>3</sup>/h, bestimmt für den Einsatz im Überdruckgebiet, ca. 50 µ beträgt, hat eine Rootspumpe mit gleichem Saugvermögen, bestimmt für den Einsatz im Vakuum, ein um etwa Faktor 4 größeres Kalspiel. Für Zweiwellenmaschinen des gleichen Typs und der gleichen Größenordnung müssen deshalb je nach Einsatzgebiet unterschiedliche Kolben hergestellt werden, so daß insgesamt der Herstellungsaufwand hoch ist.

Zweiwellenmaschinen, insbesondere Wälzkolbenpumpen, haben in vielen Einsatzgebieten breite Anwendung gefunden, da sie in bezug auf das Saugvermögen relativ wirtschaftlich herstellbar und betreibbar sind. Zu diesen Einsatzgebieten gehört auch die Förderung von mit Feuchtigkeit oder anderen, häufig aggressiven Zusätzen beladenen Gasen. Aufgrund dieser Zusätze können im Bereich der Oberfläche der Kolben oder der Innenwandungen des Schöpfraumes Reaktionen auftreten. Die Reaktionsprodukte (Rost oder dergleichen) lösen sich und führen nicht nur zu Verunreinigungen der geförderten Gase, sondern auch zu einem vorzeitigen Verschleiß.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zweiwellenmaschine der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung anzugeben, bei denen der mit der Anpassung der Maschine an das jeweilige Einsatzgebiet verbundene Herstellungsaufwand erheblich vermindert wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Zweiwellenmaschine der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Kolben und gegebenenfalls auch die Innenwandungen des Schöpfraumes zur

Anpassung der Maschine an ihr Einsatzgebiet beschichtet sind. Bei einem Verfahren zur Herstellung der Kolben und des Gehäuses der Zweiwellenmaschine wird vorgeschlagen, die Kolben und die Innenwandungen des Schöpfraumes zunächst in an sich bekannter Weise durch Spanabhebung so zu bearbeiten, daß das Kaltspiel der Teile größer ist, als es für alle Einsatzgebiete erforderlich wäre, um dann die Anpassung der Maschine an das gewünschte Einsatzgebiet durch eine Beschichtung der Kolben und gegebenenfalls auch des Gehäuses zu erreichen.

Soll durch die vorgeschlagene Beschichtung erreicht werden, daß das Kaltspiel einen bestimmten Wert annimmt, dann reicht es aus, die Kolben mit einer Schicht von einer solchen Dicke zu versehen, so daß das gewünschte Kaltspiel vorhanden ist. Soll ein Schutz der Kolben und der Innenwandungen des Schöpfraumes gegen Korrosionen mit dem Fördermedium oder darin enthaltenen Zusätzen erreicht werden, dann ist es erforderlich, sowohl die Kolben als auch die Innenwandungen des Schöpfraumes zu beschichten und die gewählten Schichtdicken so zu wählen, daß das gewünschte Kaltspiel erreicht wird. Dabei erfolgt die Auswahl des Beschichtungsmaterials nach dem korrosiv wirkenden Stoff.

Der Vorteil der Erfindung liegt zunächst darin, daß für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete einer Zweiwellenmaschine eines bestimmten Typs eine Vielzahl von Kolben und Gehäuse mit einheitlichen Maßen hergestellt werden kann. Durch galvanisch oder chemisch in relativ einfacher Weise konturentreu aufzubringende Schichten können einzelne Maschinen an ihr jeweiliges Einsatzgebiet angepaßt werden. Ein besonderer Vorteil ergibt sich in bezug auf den Einsatz einer Zweiwellenmaschine im Vakuum. Bisher war das gewählte Kaltspiel ein Kompromiß, der den Einsatz der Maschinen in den verschiedenen Druckbereichen des Vakuums (Grobvakuum, Feinvakuum usw.) ermöglichte. Durch die Erfindung ist es möglich, das Kaltspiel von Zweiwellenmaschinen, insbesondere Wälzkolbenpumpen, derart zu wählen, daß sie auf den jeweiligen Einsatzfall abgestimmt sind, das heißt, daß ihr volumetrischer Wirkungsgrad für den jeweiligen Druckbereich optimal ist.

Schließlich besteht noch der Vorteil, daß mit dem Beschichtungsmaterial Einfluß auf das geförderte Medium genommen werden kann. Wälzkolbenvakuumpumpen sind zum Beispiel für den Einsatz in Umwälzsystemen von CO<sub>2</sub>-Lasern besonders geeignet. Mit der Erzeugung des Laserlichtes ist eine Dissoziation des CO<sub>2</sub> in CO und O<sub>2</sub> verbunden. Verwendet man für die Beschichtung der aktiven Pumpenoberflächen Kupfer, so tritt eine Katalysatorwirkung ein, die die erwähnte Dissoziation rückgängig macht. Das im Gaslaser um-

strömende CO<sub>2</sub>-Gasgemisch hat deshalb eine längere Lebensdauer. Ein Gasaustausch ist seltener erforderlich, so daß die Betriebskosten des Gaslasers wesentlich reduziert werden können.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 6 schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen:

Figuren 1 und 2 einen Querschnitt durch eine Wälzkolbenpumpe mit zwei verschiedenen Kolbenstellungen,

Figur 3 einen Längsschnitt durch eine Wälzkolbenpumpe und

Figuren 4, 5 und 6 Einrichtungen zur Beschichtung von Teilen mit aktiven Pumpenoberflächen.

Das Gehäuse der in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Wälzkolbenpumpe 1 ist mit 2 bezeichnet. Ihr Schöpfraum 3 wird gebildet von den Innenwandungen des Gehäuses 2 und den Seitenschilden 4, 5 (Fig. 3). Innerhalb des Schöpfraumes sind die 8-förmigen Kolben 6 und 7 berührungsfrei drehbar angeordnet. Die Wellen 8 und 9 sind in den Seitenschilden 4 und 5 gelagert. Die Synchronisation der Bewegung der Kolben 6 und 7 erfolgt mittels der Zahnräder 11 und 12, die auf den das Lagerschild 4 durchsetzenden Stümpfen der Wellen 8, 9 befestigt sind. Die der Räderseite gegenüberliegende Seite der Wälzkolbenpumpe wird als Antriebsseite bezeichnet. Einer der auf dieser Seite befindlichen Stümpfe ist mit einem nicht dargestellten Antriebsmotor gekoppelt. Die Kolben 6 und 7 drehen sich in Richtung der Pfeile 13, wodurch die Förderrichtung (Pfeile 14) bestimmt ist. Einlaß und Auslaß der Pumpe sind mit 15 beziehungsweise 16 bezeichnet.

In die Figuren 1 bis 3 sind die verschiedenen Spiele, die unter anderem für einen berührungsfreien Ablauf der Kolbenbewegungen entscheidend sind, durch Großbuchstaben gekennzeichnet. Mit A und B sind die Spiele bezeichnet, die die Kolben 6, 7 peripher auf der Druckseite beziehungsweise auf der Saugseite zum Gehäuse 2 hin haben (Fig. 1). Mit C und D ist das axiale Spiel bezeichnet (Fig. 3), das die Kolben 6 und 7 stirnseitig zum Lagerschild 4 auf der Räderseite beziehungsweise zum Lagerschild 5 auf der Antriebsseite haben. Schließlich sind Spiele, die die Kolben 6, 7 in zwei verschiedenen Stellungen zueinander haben, mit E und F bezeichnet.

Zur Herstellung einer Wälzkolbenpumpe nach den Figuren 1 bis 3 werden die Kolben 6, 7, die Innenseiten der Lagerschilder 4, 5 und die Innenwandungen des Gehäuses 2 zunächst spanabhebend derart bearbeitet, daß die Katspiele A bis F größer sind, als es für alle Einsatzgebiete, für die diese Maschine infrage kommt, erforderlich ist. Danach werden durch gezielte, konturentreue Be-

schichtungen die ursprünglich zu großen Kaltspiele um ein gewünschtes Maß verringert, so daß lediglich durch unterschiedliche Beschichtungen dieser Art Wälzkolbenpumpen für unterschiedliche Einsatzgebiete herstellbar sind. Ist die Wälzkolbenpumpe zum Beispiel infolge der geförderten Medien korrosionsgefährdet, dann müssen sämtliche pumpaktiven Oberflächen beschichtet werden. Soll lediglich das Kaltspiel auf ein bestimmtes Maß gebracht werden, dann reicht es aus, wenn die Kolben 6 und 7 mit gezielten Beschichtungsstärken versehen werden.

Üblicherweise bestehen die zu beschichtenden Teile aus Stahl. Ein bevorzugtes Schichtmaterial ist Nickel. Nickelschichten können konturentreu durch Beschichten mit Stromlos-Nickel mit reproduzierbaren Schichtdicken aufgebracht werden. Sollen die Teile Cu-beschichtet sein, dann ist es zweckmäßig, zunächst als Grundlage eine Nickelschicht und darauf die Cu-Schicht aufzubringen. Die Dicke der beiden Schichten ist so zu wählen, daß das dem Einsatzgebiet entsprechende Kaltspiel erreicht wird. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Kupferschichtdicke 25  $\mu$  beträgt und die Dicke der Nickelschicht dem gewünschten Kaltspiel entsprechend gewählt wird.

Die Figuren 4 bis 6 zeigen schematisch, wie die Aufbringung der Schichten erfolgen kann. Mit 21 ist jeweils die Wanne eines Galvanisierbades bezeichnet, in das die zu beschichtenden Teile eingetaucht und als Kathode geschaltet werden. Der zu beschichtenden Seite wird eine Anode 22 zugeordnet, deren Form der Kontur der zu beschichtenden Oberfläche angepaßt ist. Dem in der Fig. 4 dargestellten Lagerschild ist deshalb eine ebene Anode 22 zugeordnet. Bei den Figuren 5 und 6 sind als Beispiel die Anoden jeweils etwa 8-förmig gestaltet.

Die der Beschichtung des Kolbens 6 oder 7 dienende Anode 22 (Fig. 5) hat die Form eines Korbes und umgibt den Kolben äquidistant, wenn eine gleichförmige Schicht aufgetragen werden soll. Auch den Stirnseiten des Kolbens sind nicht dargestellte, ebene Anodenabschnitte zugeordnet, wenn eine Beschichtung der Stirnseiten erreicht werden soll. Durch örtliche Veränderung des Abstandes zwischen Kolben und Anode kann die Dicke der aufgetragenen Schicht beeinflußt werden.

Zur Beschichtung der Innenwandung des Gehäuses 2 ist eine ebenfalls 8-förmige Korbanode 22 vorgesehen, die ebenfalls im wesentlichen äquidistant innerhalb des Schöpfraumes 3 angeordnet ist. Durch zusätzliche, nicht dargestellte Anoden kann erreicht werden, daß auch die Innenseiten der Stützen von Einlaß 15 und Auslaß 16 beschichtet werden.

Die Anoden 22 können Opferanoden sein. Als besonders vorteilhaft haben sich jedoch Anoden

erwiesen, die aus Titan-Streckmetall bestehen und korb förmig ausgebildet sind, da sie eine konturentreue Anpassung ermöglichen. Das gewünschte Beschichtungsmaterial befindet sich im Anodenkorb vorzugsweise als Clippings.

### Ansprüche

1. Zweiwellenmaschine mit einem Gehäuse und zwei im Gehäuse berührungsfrei drehbar angeordneten Kolben, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (6, 7) zur Anpassung der Maschine (1) an ihr Einsatzgebiet beschichtet sind.
2. Zweiwellenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (6, 7) und die Innenwandungen des Schöpfraumes (3) beschichtet sind.
3. Zweiwellenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung aus Aluminium, Chrom, Nickel, Kupfer oder ähnlichen Metallen besteht.
4. Zweiwellenmaschine nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung zwei oder mehr Teilschichten umfaßt, von denen die untere aus Nickel und die obere aus Kupfer bestehen.
5. Zweiwellenmaschine nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung zwei oder mehr Teilschichten umfaßt, von denen die untere stromlos und/oder galvanisch aufgebracht ist und aus Nickel besteht, und daß die obere Schicht aus Aluminium besteht.
6. Zweiwellenmaschine nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der oberen Kupfer- oder Aluminiumschicht ca. 25  $\mu$  beträgt und daß die untere Nickelschicht so dick gewählt ist, daß das für das Einsatzgebiet erforderliche Kaltspiel vorhanden ist.
7. Verfahren zur Herstellung der Kolben und des Gehäuses einer Zweiwellenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (6, 7) und die die Innenwandungen des Schöpfraumes (3) bildenden Teile (2, 4, 5) in an sich bekannter Weise durch Spanabhebung so bearbeitet werden, daß das Kaltspiel der Teile größer ist, als es für alle Einsatzgebiete erforderlich ist und daß die Anpassung an das Einsatzgebiet durch eine Beschichtung der Kolben (6, 7) erreicht wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpassung an das Einsatzgebiet durch eine Beschichtung der Kolben (6, 7) und der Innenwandungen des Schöpfraumes (3) erreicht wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (6, 7) und gegebenenfalls die Innenwandungen des Schöpfraumes

(3) galvanisch, stromlos beziehungsweise chemisch mit Aluminium, Chrom, Nickel, Kupfer oder ähnlichen Metallen beschichtet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß den zu beschichtenden Flächen eine der Form der zu beschichtenden Fläche entsprechende Anode (22) zugeordnet wird. 5

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß den zu beschichtenden Flächen eine der Form der zu beschichtenden Fläche entsprechende Anode in Korbform (22, 23) zugeordnet wird. 10

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß örtlich unterschiedliche Schichtdicken dadurch erzeugt werden, daß die Anode (22) den zu beschichtenden Flächen mit örtlich unterschiedlichen Abständen zugeordnet wird. 15

20

25

30

35

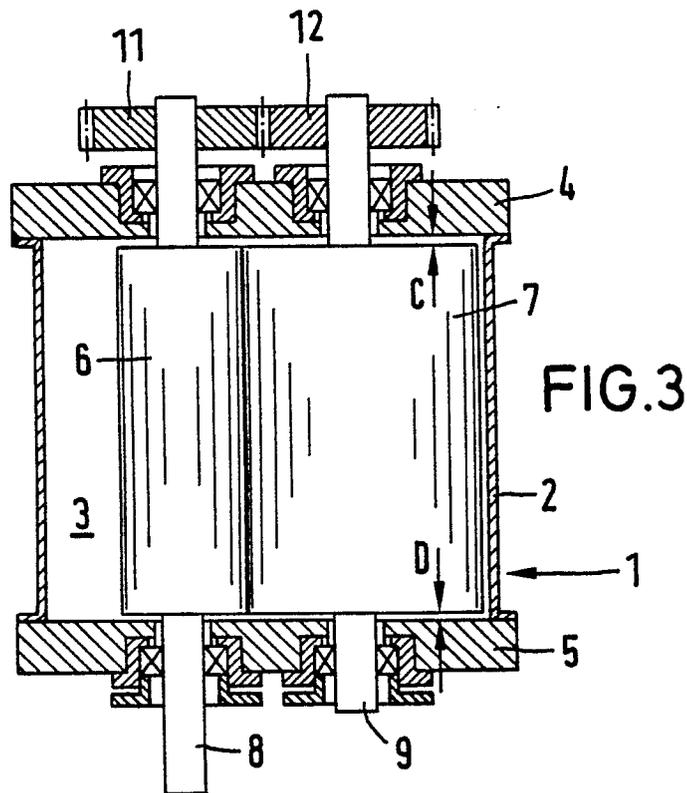
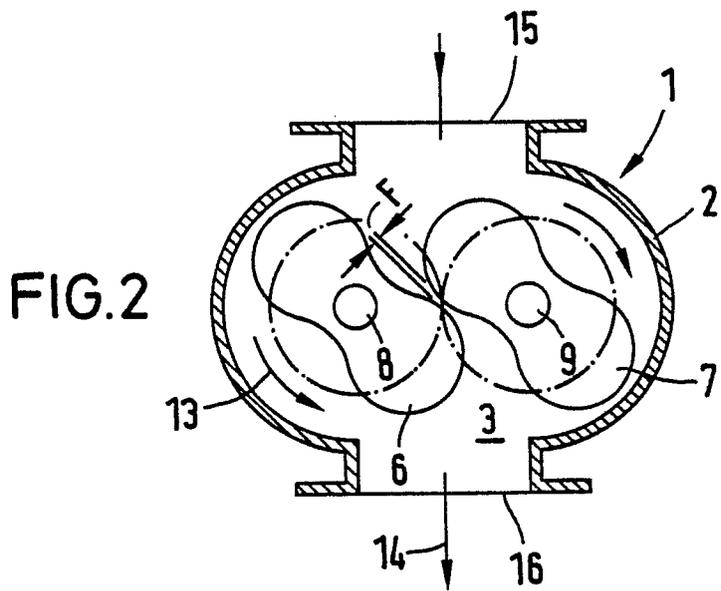
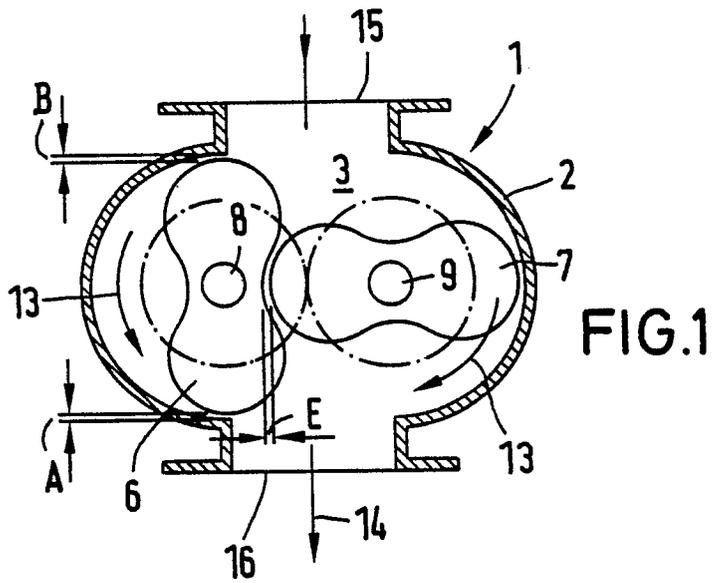
40

45

50

55

5



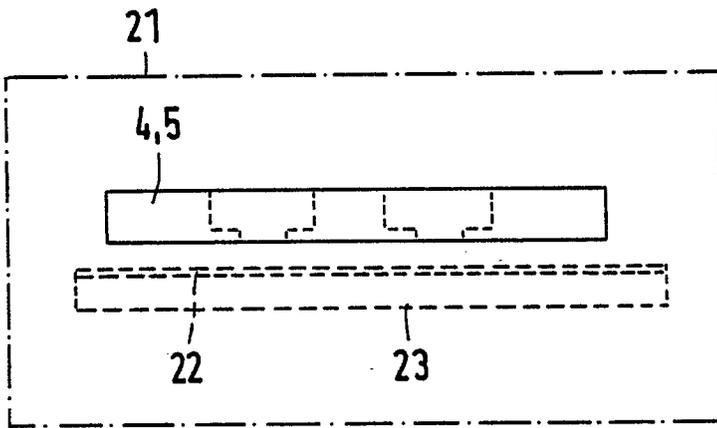


FIG. 4

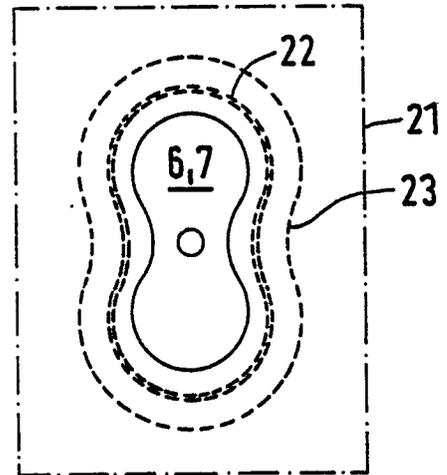


FIG. 5

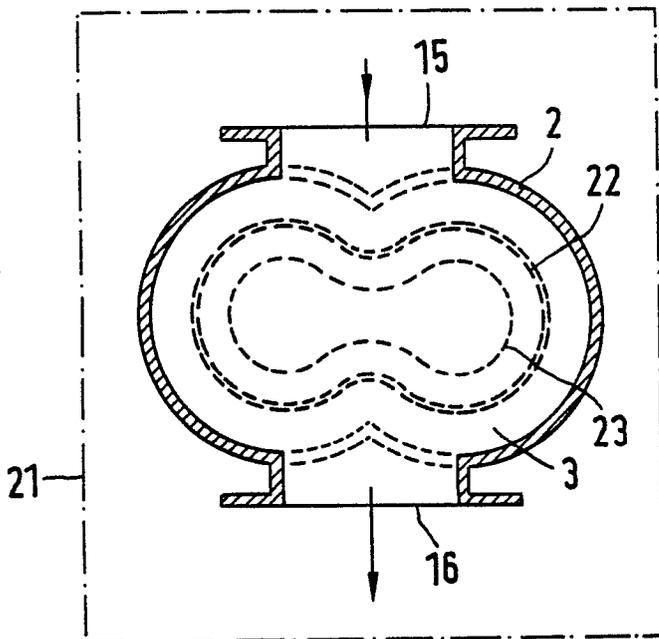


FIG. 6



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	GB-A- 772 350 (HANOMAG) * Anspruch 1 *	1,2,7,8	F 01 C 1/12
X	DE-C- 924 229 (HANNOVERSCHE MASCHINENBAU) * Anspruch *	1,3,7,9	
X	US-A-2 944 732 (HERAEUS) * Spalte 2, Zeilen 3-21; Spalte 3, Zeilen 14-29 *	1-3,7-9	
X	DE-A-3 142 896 (VEB) * Seite 3, Zeile 19 - Seite 4, Zeile 20 *	1,3,7,9	
A	---	4-6	
A	DE-C- 437 757 (CHRISTLEIN) * Seite 1, Zeilen 1-8; Seite 2, Zeilen 49-71; Figuren 1,2 *	4-6	
A	GB-A-1 269 205 (LUCAS) * Seite 1, Zeilen 17-31 *	4-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 01 C F 04 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16-11-1987	Prüfer WALVOORT B.W.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			