



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 07 401 T2** 2006.08.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 384 005 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 07 401.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/09298**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 728 572.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/081921**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.03.2002**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **17.10.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.01.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **16.11.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.08.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F04C 2/344** (2006.01)  
**F04C 14/22** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**281634 P 05.04.2001 US**

(73) Patentinhaber:

**Argo-Tech Corp., Cleveland, Ohio, US**

(74) Vertreter:

**Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131  
Lindau**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**CLEMENTS, A., Martin, North Royalton, US;  
HANSEN, D., Lowell, Sagamore Hills, US**

(54) Bezeichnung: **VERSTELLPUMPE MIT ROTIERENDEM NOCKENRING UND BETRIEBSVERFAHREN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### Hintergrund der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Pumpe und insbesondere auf Hochgeschwindigkeits-Flügelzellenpumpen, welche insbesondere Anwendung finden zum Pumpen von Kraftstoff, zur Dosierung und zur Steuerung von Flugzeug-Strahlantriebsmotoren.

**[0002]** Herkömmliche Flügelzellenpumpen verwenden einen oder mehrere feststehende, nicht drehbare Nockenringe. Die äußeren radialen Spitzen der Schaufel gleiten entlang der Nockenringe. Die Ringe sind dabei nicht in der Lage verhältnismäßig zu dem Gehäuse zu rotieren. Die stationären Nockenringe sind fest mit dem Pumpengehäuse in einer voreingestellten Verstellpumpe verbunden, oder die Nockenringe bewegen sich und dazu vorgesehene Drehangelpunkte schaffen variable Verstellmöglichkeiten. Wie daraus von einem Fachmann abgeleitet werden kann, bedienen sich solche Bauformen von fördernden Verstellpumpen eines Stators oder eines Gehäuses mit einem Einlass und einem Auslass, welche typischerweise in einer Pumpenkammer an gegenüberliegenden Seiten verhältnismäßig zu der Rotationsachse des Rotors angebracht sind. Eine Vielzahl von umfangreich beanstandeten und radial sich erstreckenden Gleitelementen oder Schaufeln erstrecken sich von dem Rotor nach außen. Weil die Rotorachse versetzt und parallel zur Achse des Pumpengehäuses ist, führt dieser Abstand verhältnismäßig zur Achse dazu, dass die Schaufeln sich radial verhältnismäßig zum Rotor nach innen und außen bewegen können.

**[0003]** Die äußeren Spitzen der Schaufeln berühren den Nockenring, die Kontaktkräfte der einzelnen Schaufel, normalerweise eine Anzahl von sechs bis zwölf, unterliegt reibenden Schleppkräften an dem Nockenring. Diese Schleppkräfte wandeln sich direkt in mechanische Verluste um, welche den Gesamtwirkungsgrad der Pumpe beeinflussen. In vielen Anwendungen beschränken diese Schleppverluste bei weitem die theoretische Leistungsfähigkeit der Flüssigkeitspumpe.

**[0004]** Wenn Flügelzellenpumpen z. B. in der Umgebung eines Strahlantriebsmotors benutzt werden, werden auf Grund der bei diesen Flügelzellenpumpen auftretenden hohen Geschwindigkeiten und Belastungsfaktoren für jene Materialien mit hoher Dauerhaftigkeit und Verschleißbeständigkeit benutzt. Aus diesen Materialien hergestellte Werkstücke kosten grundsätzlich in der Produktion mehr und leiden unter hoher Sprödigkeit. Zum Beispiel ist Wolframkarbid ein weithin bevorzugtes Material für Flügelzellenpumpen, wenn diese als Maschinenteile in Flugzeug-Strahlantriebsmotoren eingesetzt werden.

Wolframkarbid ist ein sehr hartes Material, welches insbesondere Anwendung in den Schaufeln, in dem Nockenring und in den Seitenteilen findet. Jedoch ist Wolframkarbid ungefähr zweieinhalb Mal ( $2\frac{1}{2}$ -mal) teurer als z. B. Stahl und jegliche Schwachstellen und Überbeanspruchungen führen zu Brüchen und den damit verbundenen Problemen. Zusätzlich ist das Gewicht von Wolframkarbid im Verhältnis zu Stahl ungefähr 1,86 mal so hoch, so dass für diese Anwendung das Gewicht einer nicht zu vernachlässigende Größe ist. Deshalb, obwohl im Allgemeinen eine hohe Belastbarkeit und Verschleißbeständigkeit Wolframkarbid zu einem geeigneten Werkstoff für Hochgeschwindigkeit und hohe Belastungsfaktoren in Flügelzellenpumpen erscheinen lassen, hat das Gewicht, die Kosten und die hohe Sprödigkeit mit den damit verbundenen Resultaten, eine substantielle Erhöhung der Gesamtkosten zur Folge.

**[0005]** Auch wenn solche speziellen Materialien, wie Wolframkarbid, eingesetzt werden, unterliegt die Drehgeschwindigkeit der Flügelzellenpumpen trotzdem einer Beschränkung. Die Beschränkung besteht wegen der am Nockenring auftretenden verhältnismäßig hohen Schaufelspitzengeschwindigkeit. Auch wenn Wolframkarbid häufig in Flügelzellenpumpen angewandt wird, ist ein Hochgeschwindigkeits-Pumpbetrieb von über 12.000 Umdrehungen pro Minute extrem schwierig durchzuführen.

**[0006]** US Patent Nr. US-A-6,155,797, (auf welchem der Oberbegriff zu Anspruch 1 basiert) offenbart eine variable Verstellflügelzellenpumpe mit einem Rotor mit radial verstellbaren Schaufeln, welche sich von dem Rotor nach außen hinerstrecken und in einem Gleitverhältnis mit der inneren Oberfläche eines angrenzenden verstellbaren, ringförmigen Nockenteils stehen, welches bei Drehung im Verhältnis zu dem Pumpengehäuse durch einen Drehangelstift festgehalten wird, welche als seitliches Verstellteil an dem ringförmigen Nockenteil angeordnet ist.

**[0007]** Eine weitere Verstellflügelzellenpumpe ist in dem US Patent US-A-3,143,079 offenbart, welche einen frei drehbaren Ring aufweist, welcher zwischen den äußeren Enden der Flügelzellen angebracht ist, welche sich von einem zentralen Rotor aus erstreckt und worin eine ringförmige Nockenmuffe vorhanden ist, welche sich zur Veränderung der Pumpenausgangsleistung seitlich verschieben lässt.

**[0008]** Ein weiterer Flügelzellenkompressor ist in dem Patent JP-A-59188077 offenbart, worin der Rotor mit radial vorstellbaren Schaufeln exzentrisch innerhalb des Gehäuses angebracht ist. Die äußeren Enden der Schaufel gleiten entlang der inneren Oberfläche einer drehbaren Muffe, welche in dem Gehäuse positioniert ist und worin gepumpter Kraftstoff durch Löcher in der Muffe in einen Raum gepresst wird, welcher zwischen der Muffe und Gehäuse eine

Art Lagerung bildet.

**[0009]** Eine verbesserte Wirksamkeit der Pumpen ist extrem wünschenswert und erhöht den Wirkungsgrad in Verbindung mit einer erhöhten Zuverlässigkeit und der Möglichkeit Flügelzellenpumpen in anderen Anwendungen einzusetzen.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0010]** Durch die vorliegende Erfindung ist eine verbesserte Gasturbinen Brennstoffpumpe mit erhöhtem Wirkungsgrad und erhöhter Zuverlässigkeit vorgegeben.

**[0011]** Insbesondere weist die Gasturbinen Brennstoffpumpe ein Gehäuse auf, welches eine Pumpenkammer und einen Einlass und Auslass in flüssigkeitsführender Verbindung mit der Kammer aufweist. Ein Rotor ist in der Pumpenkammer angeordnet und Nockenteile umgeben den Rotor, worin dieser verhältnismäßig zu dem Gehäuse frei drehbar ist.

**[0012]** Ein Achslager ist zur Reduktion der mechanischen Verluste während des Betriebs der Pumpe zwischen dem Nockenteil und dem Gehäuse angeordnet. Das Achslager ist eine durchgängige ringförmige Passage zwischen dem Nockenmittel und dem Gehäuse.

**[0013]** Der Rotor weist umfänglich beabstandete Schaufeln auf, welche äußere radiale Spitzen mit Verbindung zu dem Nockenmittel aufweist.

**[0014]** Die Pumpe weist ebenso eine Nockenmuffe auf, welche wälzbar innerhalb des Gehäuses angeordnet ist, zur zielgerichteten Variation der Exzentrizität zwischen dem Nockenteil und dem Rotor. Die Nockenmuffe ist so angeordnet, dass sie im Wesentlichen entlang einer ebenen Oberfläche des Distanzrings abrollen kann, um eine lineare Translation des Mittelpunkts vorzusehen, um damit Druckschwankungen, welche sonst in den abgedichteten Zonen der Pumpe auftreten können, einzuschränken.

**[0015]** Die Gasturbinen Brennstoffpumpe weist eine dramatische Verbesserung des Wirkungsgrades gegenüber konventionellen Flügelzellenpumpen auf, welche keine frei drehbaren Nockenmittel aufweisen.

**[0016]** Die Brennstoffpumpe zeigt eine erhöhte Zuverlässigkeit bei reduzierten Kosten, weil die ausgewählten Komponenten aus hinreichend belastbarem, weniger teuren Material gebildet werden können.

**[0017]** Der verbesserte Wirkungsgrad erlaubt es, die Pumpe in kleineren Baugrößen und kompakter zu bauen, welches wiederum insbesondere nützlich ist für ausgewählte Anwendungen, in denen die Größe eine kritische Begrenzung darstellt.

**[0018]** Weiterer Vorteile und der vorliegenden Erfindung werden für den Fachmann, nach dem Lesen der folgenden, detaillierte Beschreibung leicht ableitbar sein

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0019]** [Fig. 1](#) ist ein Explosionszeichnung einer bevorzugten Ausführungsform der Flüssigkeitspumpe.

**[0020]** [Fig. 2](#) ist ein Querschnitt durch die gefertigte Pumpe nach [Fig. 1](#).

**[0021]** [Fig. 3](#) ist ein longitudinaler Querschnitt durch die aufgebaute Pumpe.

**[0022]** [Fig. 4](#) ist ein Querschnitt, ähnlich wie [Fig. 2](#), welcher die variable Verstellung der Pumpe mit dem Befestigungsring in einer zweiten Position darstellt:

#### Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

**[0023]** Wie in den Abbildungen dargestellt ist, weist die Pumpenanordnung **10** ein Gehäuse **12** auf, worin eine Pumpenkammer **14** definiert ist. In der Kammer ist ein Rotor **20** drehbar gelagert, welcher auf einem Schaft **22** zur Drehung des Rotors innerhalb der Kammer befestigt ist. Peripher oder umfänglich ist auf dem den Rotor eine Reihe von sich radial erstreckenden Nuten **24** beabstandet dargestellt, welche im Betrieb Blätter oder Schaufeln **26** aufnehmen, deren äußere, radiale Spitzen, aus dem Rand des Rotors herausragen. Die Anzahl der Schaufeln kann variieren, z. B. sind neun (9) Schaufeln in der Ausführungsform nach [Fig. 2](#) dargestellt, und obwohl die Anzahl der Schaufeln variieren kann, bedeutet dieses nicht, dass dadurch der Kern der Erfindung und die Intention der vorliegenden Erfindung verlassen wird. Wie am besten in [Fig. 2](#) dargestellt ist, ist die Drehachse **22** des Rotors **20** mit dem Bezugszeichen **30** bezeichnet. Einige Schaufeln (im rechten Teil von [Fig. 2](#) dargestellt) ragen nicht so weit über den Rand des Rotors hinaus, wie die verbleibenden Schaufeln auf der linken Seite (in [Fig. 2](#) dargestellt), wenn sich der Rotor innerhalb der Gehäusekammer dreht. Die Pumpenzellen sind zwischen den jeweiligen Schaufeln gebildet, wenn die Schaufeln sich mit dem Rotor in der Pumpenkammer drehen und eine befördernde Verdrängung von Flüssigkeit betreiben.

**[0024]** Nun Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) ist ein Distanzring **40** fest mit dem Gehäuse verbunden und um den Rotor herum an einem Ort benachbart zu der inneren Rand des Gehäuses, angeordnet. Der Distanzring hat eine flache oder ebene Nockenabrolloberfläche **42** und darauf angeordnet einen Drehhinderungsstift **44**. Der Stift bildet eine Drehachse für die Nockenmuffe **50**, welche um den Rotor herum nicht drehbar angeordnet ist.

**[0025]** Erste und zweite Höcker oder Bedienoberflächen **52**, **54** sind auf der Muffe angeordnet, typischerweise an Orten gegenüberliegend dem Drehhinderringsstift. Die Höcker werden mit ersten und zweiten Bedienanordnungen **56**, **58**, welche Mittel zur Verschiebung der Position der Nockenmuffe **50** bilden, ausgelöst. Die Verschiebemittel stellen den Hub oder die Verstellung der Pumpe in einer Weise dar, wie dieses Stand der Technik ist. Zum Beispiel weist jede Bedienanordnung einen Kolben **60** auf, welcher durch eine Feder **62** vorgespannt wird, und ein Schließmittel **64**, so dass in Abhängigkeit von einem Druck auf die hintere Oberfläche des Kolbens die Bedienelemente der Nockenmuffe zielgerichtet bewegt werden. Diese zielgerichtete Bedienung dient einer rollenden Bewegung der Nockenmuffe entlang einer im Wesentlichen hinteren flachen Oberfläche **66**, welche auf der inneren Oberfläche des Distanzrings benachbart zu dem Stift **44** angeordnet ist. Es ist wünschenswert, dass die Nockenmuffe eine lineare Translation in Form einer bogenförmigen Bewegung um den Mittelpunkt herum ausführt, um die Pulsierung des Druckes zu begrenzen, welcher andernfalls in den Stopposition der Anordnung auftreten würde. In dieser Weise ist der Mittelpunkt der Nockenmuffe zielgerichtet von der Rotationsachse **30** des Schaftes abgesetzt und rotiert, wenn eine der Bedienanordnungen zielgerichtet bedient wird und die Nockenmuffe ([Fig. 2](#)) bewegt wird. Weitere Einzelheiten der Nockenmuffe, der Bedienoberflächen und der Bedienanordnungen sind im Allgemeinen dem Fachmann bekannt, so dass dieses keine weiteren Diskussionen hierin bedürfen.

**[0026]** Innerhalb der Nockenmuffe ist ein drehendes Nockenmittel **70** mit einer glatten inneren umfänglichen Wand **72** angeordnet, welche durch die äußeren Spitzen der jeweiligen Schaufeln **26**, welche sich von dem Rotor aus erstrecken berührt wird. Eine äußere glatte umfängliche Wand **74** des Nockenrings ist zwecks einer freien Bewegung innerhalb der Nockenmuffe **50** angeordnet. Im Einzelnen trägt ein Achslager **80** den drehbaren Nockenring **70** innerhalb der Nockenmuffe. Das Achslager ist mit zu pumpender Flüssigkeit, hier Flugzeugbenzin gefüllt und bildet eine hydrostatische oder hydrodynamische oder eine hybride hydrostatische/hydrodynamische Lagerung. Die Reibungskräfte, welche sich zwischen den äußeren Spitzen der Schaufeln und dem drehenden Nockenring **70** entwickeln, führen dazu, dass sich der Nockenring mit ungefähr der gleichen Geschwindigkeit wie der Rotor bewegt. Dabei ist der Nockenring in seiner Bewegung relativ frei, weil es keine konstruktive Komponente gibt, welche den Nockenring zu einer Bewegung mit dem Rotor zwingt. Es ist abzuleiten, dass sich der Ring mit etwas geringerer Geschwindigkeit als die Rotorgeschwindigkeit dreht oder sogar mit etwas höherer Geschwindigkeit als der Rotor, aber je nach der Schleppkraft im Betrieb mit dem jeweiligen Flüssigkeitsfilm, besitzt der Nocken-

ring eine wesentlich geringerer Größe viskoser Trägheit. Die niedrige viskose Trägheit des Nockenrings tritt an Stelle der mechanischen Verluste, welche die bekannten Flügelzellenpumpen aufweisen, welche von den Reibungsverlusten der Schaufeln an dem umgebenden stationären Ring herrühren. Die Schleppkräfte resultieren aus dem Kontakt der Schaufeln mit dem Nockenring und werden direkt in mechanische Verluste übersetzt, welche den Gesamtwirkungsgrad der Pumpe reduzieren. Der Nockenring wird alleine durch das Achslager **80** innerhalb der Nockenmuffe getragen. Das Achslager ist eine durchgängige Passage. Das heißt, es gibt keine miteinander verbindenden konstruktiven Komponente, wie z. B. Rolllager, Stifte oder dergleichen, welche einen negativen Einfluss auf die Vorzüge haben, welche durch das niedrigviskose Mitschleppen des Nockenrings erreicht werden. Z. B. würden gefüllte Kugellager keine verbesserte Wirksamkeit, als die durch das Achslager bereits erreicht wird, aufweisen, insbesondere setzt das Achslager vorteilhafterweise die zu pumpende Flüssigkeit als flüssiges Lager ein.

**[0027]** In vorangegangenen Anwendungen konnten diese mechanischen Schleppverluste die mechanische Pumpleistung der Pumpe für Flüssigkeiten, welche in verschiedenen Betriebspunkten der Strahltrieb Flüssigkeitspumpen notwendig ist, übersteigen. Als ein Ergebnis daraus wurden Materialien mit hoher Dauerhaftigkeit und Verschleißbeständigkeit benutzt, weil ein hoher Geschwindigkeits- und Lastfaktor diesen Flügelzellenpumpen innewohnt. Das Materialgewicht und die Herstellungskosten waren im Wesentlichen hoch und das Material litt unter hoher Sprödigkeit. Die Drehgeschwindigkeit dieser Pumpen war ebenso wegen der hohen Gleitgeschwindigkeit der Schaufeln im Verhältnis zu dem Nockenring limitiert. Auch wenn ein spezielles Material, wie z. B. Wolframkarbid benutzt wurde, ist der Hochgeschwindigkeitseinsatz zum Beispiel für 12000 Umdrehungen pro Minute extrem schwierig zu realisieren.

**[0028]** Die mechanischen Verluste, welche aus der Reibung zwischen den Schaufeln und dem Nockenring herrühren, sind in der vorliegenden Erfindung durch die wesentlich kleineren Verlustgrößen des viskosen Schleppverlustes ersetzt. Dieses ist das Ergebnis davon, dass der Nockenring sich mit den Rotorschaukeln bewegen kann. Daraus resultiert eine verhältnismäßig geringe Gleitgeschwindigkeit zwischen dem Nockenring und den Schaufeln und erlaubt es dem Hersteller weniger teures und weniger sprödes Material in der Pumpe zu verwenden. Dieses führt zu einer erhöhten Zuverlässigkeit und erlaubt es, die Pumpe mit einer wesentlich höheren Geschwindigkeit zu betreiben, ohne dafür die Übertretung der Geschwindigkeitsbegrenzung in Kauf zu nehmen. Im Gegenzug bedeuten höhere Betriebsgeschwindigkeiten, dass ein kleinerer Vortrieb zur Erreichung des gleichen Flusses notwendig ist. In ande-

ren Worten können kleinere, kompaktere Pumpen gebaut werden, welche ähnliche Flussergebnisse wie größere Pumpen aufweisen. Zudem weist die Pumpe einen größeren Anwendungsbereich für verschiedene Bauarten von Flügelzellenpumpenmechanismen auf.

**[0029]** In [Fig. 3](#) ist insbesondere der Einlass und Auslass am Rotor zum Vorsehen eines Einlass und Auslass in die Pumpenkammer, dargestellt. Erste und zweite Platten **90**, **92** haben jeweils vier Öffnung **94**, **96**. Die Energie wird durch das Drehen der Schaufeln in die Flüssigkeit eingebracht. Flugbenzin zum Beispiel wird mit einem erhöhten Druck in einer gewünschten, stromabwärtsgerichteten Richtung gepumpt.

**[0030]** Wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist, ist keine der Bedienanordnung betätigt, so dass die Nockenmuffe nicht drehend ausgelenkt ist, um den Hub der Flügelzellenpumpen zu verändern. Dadurch ist diese Anordnung ohne Druckeinwirkung in [Fig. 4](#) vergleichbar zu der Anordnung in [Fig. 2](#), worin die Nockenmuffen **50** drehbar um den Stift **44** ausgelenkt sind, so dass ein geringes Spiel zwischen der Nockenmuffe und dem Distanzring **40** in dem linken Quadranten der Pumpe, wie sie in der Abbildung dargestellt ist, gebildet sind. Dieses führt zu einstellbaren Pumpeigenschaften mittel der Änderung der Position der Nockenmuffe. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Schaufeln weiterhin aus einem widerstandsfähigen, harten Material wie Wolframkarbid hergestellt. Der Nockenring und die Seitenplatten werden aus einem kostengünstigen Material, wie z. B. Stahl hergestellt, um das Gewicht und die Verarbeitungs- und Herstellungskosten zu reduzieren und eine größere Zuverlässigkeit zu erreichen. Natürlich ist leicht ableitbar, dass alle Komponenten, sofern es gewünscht wird, weiterhin aus einem teuren Material, wie z. B. Wolframkarbid hergestellt werden können und trotzdem ein substantiell besserer Wirkungsgrades als Verbesserung gegenüber der vorhergehenden Anordnung erreicht werden kann. Durch die Benutzung von Flugzeugbenzin als Flüssigkeit, welche die Achslagerungen bildet, Komponenten der Pumpenanordnung frei wählbar sind, so dass die Vorzüge von Wolframkarbid für einige ausgewählte Komponenten und Stahl für andere, wie dieses vorteilhaft ist, ausgewählt werden kann. Im Gegensatz dazu kann bei einem Einsatz von Öl o. ä. hydraulischen Flüssigkeiten als Achslagerflüssigkeit notwendig sein, dass alle der für Flugbenzin vorgesehenen Komponenten aus Stahl gebildet werden, womit die Vorzüge, welche mit dem Einsatz von Wolframkarbid verbunden sind; begrenzt werden.

**[0031]** Die vorliegende Erfindung wurde in Bezug auf die bevorzugten Ausführungsformen dargestellt. Es ist offensichtlich, dass Modifikationen und Veränderungen jemandem der dieses liest und bei Ansicht

der vorangegangenen detaillierten Beschreibung einfallen können. Es ist deshalb abzuleiten, dass diese Erfindung so aufgefasst werden kann, dass alle Modifikationen und Veränderungen, sofern sie in den Kern der beigefügten Ansprüche fallen, eingeschlossen sind.

## Patentansprüche

1. Variable Verstellbrennstoffpumpe (**10**) für Gasturbinen bestehend aus:  
einem Gehäuse (**12**) mit einer Pumpenkammer (**14**) und einem Einlass (**94**) und einem Auslass (**96**) in flüssigkeitsführender Verbindung mit der Pumpenkammer (**14**);  
einem Rotor (**20**), welcher sich in der Pumpenkammer (**14**) befindet;  
einer Nockenmuffe (**50**), welche radial zwischen dem Rotor (**20**) und dem Gehäuse (**12**) eingesetzt ist; und  
Mitteln (**56**, **58**) zur Veränderung einer Position der Nockenmuffe (**50**) in dem Gehäuse (**12**) zur wahlweisen Veränderung des Pumpenauslasses;  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Pumpe (**10**) ferner aufweist:  
ein Nockenteil (**70**), welches den Rotor (**20**) umgibt und in Bezug auf das Gehäuse (**12**) frei drehbar ist, die Nockenmuffe (**50**) ist radial zwischen dem Nockenmittel (**70**) und dem Gehäuse (**12**) eingefügt;  
ein Achslager (**80**), welches zwischen dem Nockenmittel (**70**) und der Nockenmuffe (**50**) eingefügt ist, zur Verringerung mechanischer Verluste während des Betriebs der Pumpe; und  
einen Distanzring (**40**), welcher radial zwischen der Nockenmuffe (**50**) und dem Gehäuse (**12**) eingefügt ist;  
und worin der Distanzring (**40**) eine allgemeine ebene Oberfläche (**42**, **66**) entlang seiner inneren Oberfläche aufweist, auf der die Nockenmuffe (**50**) in Abhängigkeit von der Bewegung der Veränderungsmittel (**56**, **58**) gleitet.
2. Brennstoffpumpe (**10**) nach Anspruch 1, worin das Nockenmittel (**70**) eine glatte, innere Außenwand aufweist, welche es dem Rotor (**20**) ermöglicht sich frei in Bezug auf das Nockenmittel (**70**) zu bewegen.
3. Brennstoffpumpe (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, worin die Nockenmuffe (**50**) drehbar zu dem inneren Distanzring (**40**) gelagert ist, zur wahlweisen Veränderung eines Spaltes zwischen dem Nockenmittel (**70**) und den Rotor (**20**).
4. Brennstoffpumpe (**10**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, worin die allgemeine ebene Oberfläche (**42**, **66**) des Distanzrings (**40**) einem Mittelpunkt der Nockenmuffe (**50**) eine lineare Fortbewegung ermöglicht.
5. Brennstoffpumpe (**10**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, welche ferner einen Dreh-

hinderungsbolzen (44) zur Verbindung des Distanzrings (40) und der Nockenmuffe (50) aufweist.

6. Brennstoffpumpe (10) nach Anspruch 5, worin die allgemeine ebene Oberfläche (42, 66) des Distanzrings (40) zu dem Drehhinderungsbolzen (44) angrenzend ist.

7. Brennstoffpumpe nach Anspruch 6, worin die allgemeine ebene Oberfläche (44, 66) des Distanzrings (40) auf sich gegenüberliegenden Seiten des Drehhinderungsbolzens (44) ist.

8. Brennstoffpumpe (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, worin der Rotor (20) eine Vielzahl von Schaufeln (26) aufweist, welche die Pumpenkammer (14) in einzelne Pumpenkammerteile unterteilt; die Nockenmittel (70) weisen radial innere und äußere Oberflächen auf, die inneren Oberflächen sind gleitend mit den Schaufeln (26) verbunden; und das Achslager (80) umgibt die Nockenmittel (70) und steht in Verbindung mit dem Brennstoffeinlass (94), wobei das Flugzeugbenzin als ein Flüssigkeitsfilm in dem Achslager (80) für das Nockenmittel (70) dient.

9. Brennstoffpumpe (10) nach Anspruch 8, worin die Schaufel (26) aus Wolframkarbid gebildet sind.

10. Brennstoffpumpe (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, worin die Nockenmittel (70) aus einem kostengünstigen, haltbaren Material gefertigt sind.

11. Brennstoffpumpe (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, worin das Achslager (80) einen kontinuierlichen ringförmigen Durchgang zwischen dem Nockenmittel (70) und der Nockenmuffe (50) aufweist.

12. Brennstoffpumpe (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, worin das Achslager (80) ein hydrostatisches Lager ist.

13. Brennstoffpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, worin das Achslager (80) ein hydrodynamisches Lager ist.

14. Brennstoffpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, worin das Achslager (80) ein hybrides hydrostatisches/hydrodynamisches Lager ist.

15. Brennstoffpumpe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche ferner umlaufende Schaufeln (26) aufweist, welche beabstandet angebracht sind und dem Rotor (20) zusammen im Eingriff sind.

16. Brennstoffpumpe (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, worin die Mitte der Nockenmuffe (50) einschließlich des Nockenmittels (70)

wahlweise entlang der Rotationsachse (30) des Rotors (20) verschoben werden kann.

17. Verfahren zum Betrieb einer Brennstoffpumpe (10) für Gasturbinen, welche ein Gehäuse (12) aufweist, mit einer Pumpenkammer (14), welche einen Rotor (20) beinhaltet, und ein Nockenmittel (70), welches einen Rotor (20) umgibt, eine Nockenmuffe (50), welche das Nockenmittel (70) umgibt und einem Distanzring (40), welcher zwischen der Nockenmuffe (50) und dem Gehäuse (12) angeordnet ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Lagerung des Nockenmittels (70) mittels des Achslagers (80) in dem Gehäuse (12); die Zulassung des Rotors (20) sich frei in Bezug auf das Nockenmittel (70) zu drehen; Bereitstellung von Mitteln (56, 58) zur Veränderung einer Position der Nockenmuffe (50) in dem Gehäuse (12) zum wahlweisen Variieren des Pumpenauslasses; Bereitstellung einer allgemein ebenen Oberfläche (42, 66) entlang einer inneren Oberfläche des Distanzrings (40), auf welcher die Nockenmuffe (50) in Abhängigkeit von dem Antrieb der Veränderungsmittel (56, 58) gleitet, wodurch die geradlinige Übersetzung eines Mittelpunktes der Nockenmuffe (50) zur Begrenzung des pulsierenden Drucks im Dichtungsbereich der Pumpe (10) erzeugt wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

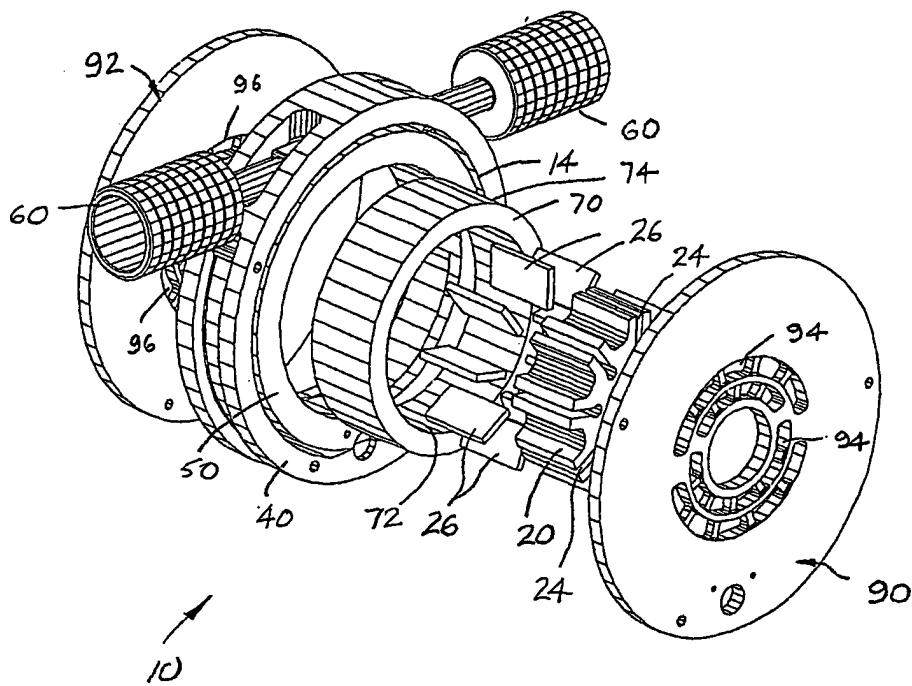
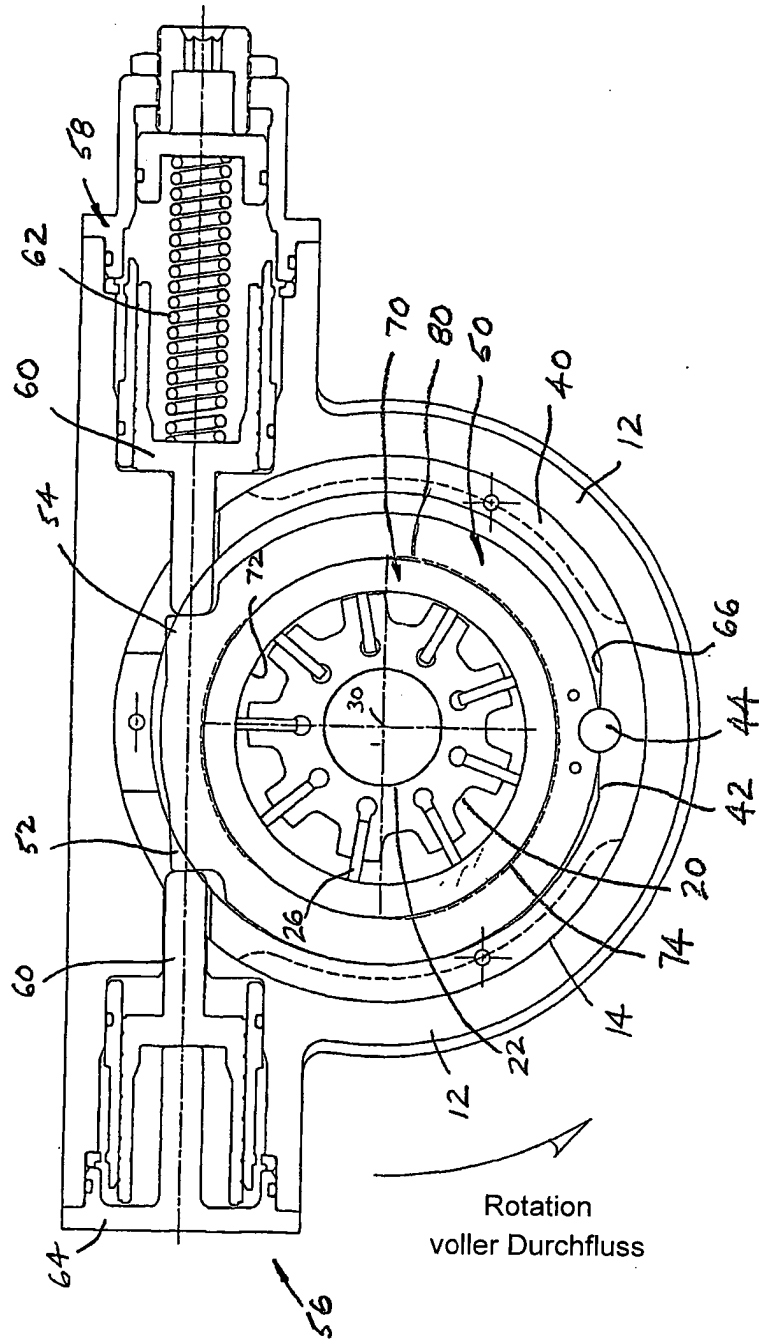


FIG. 1





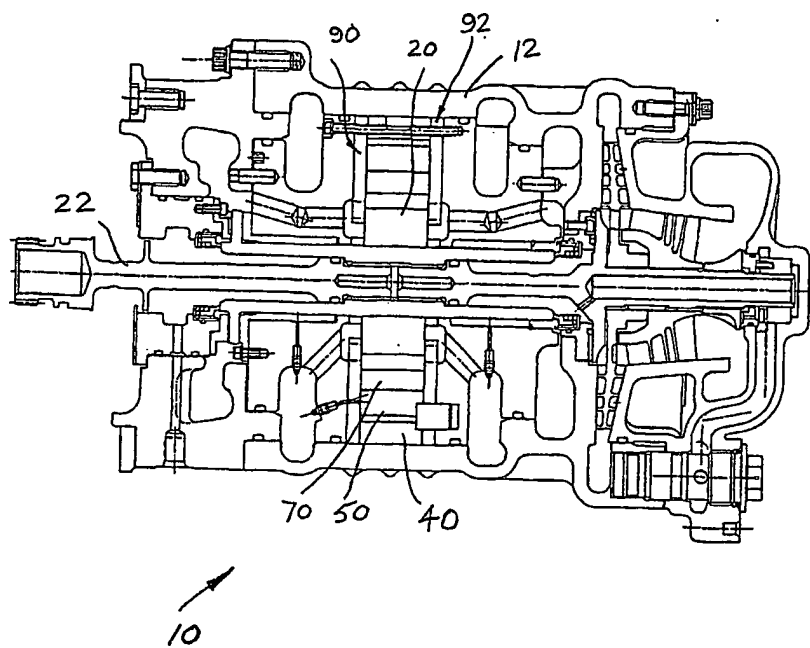


FIG. 3

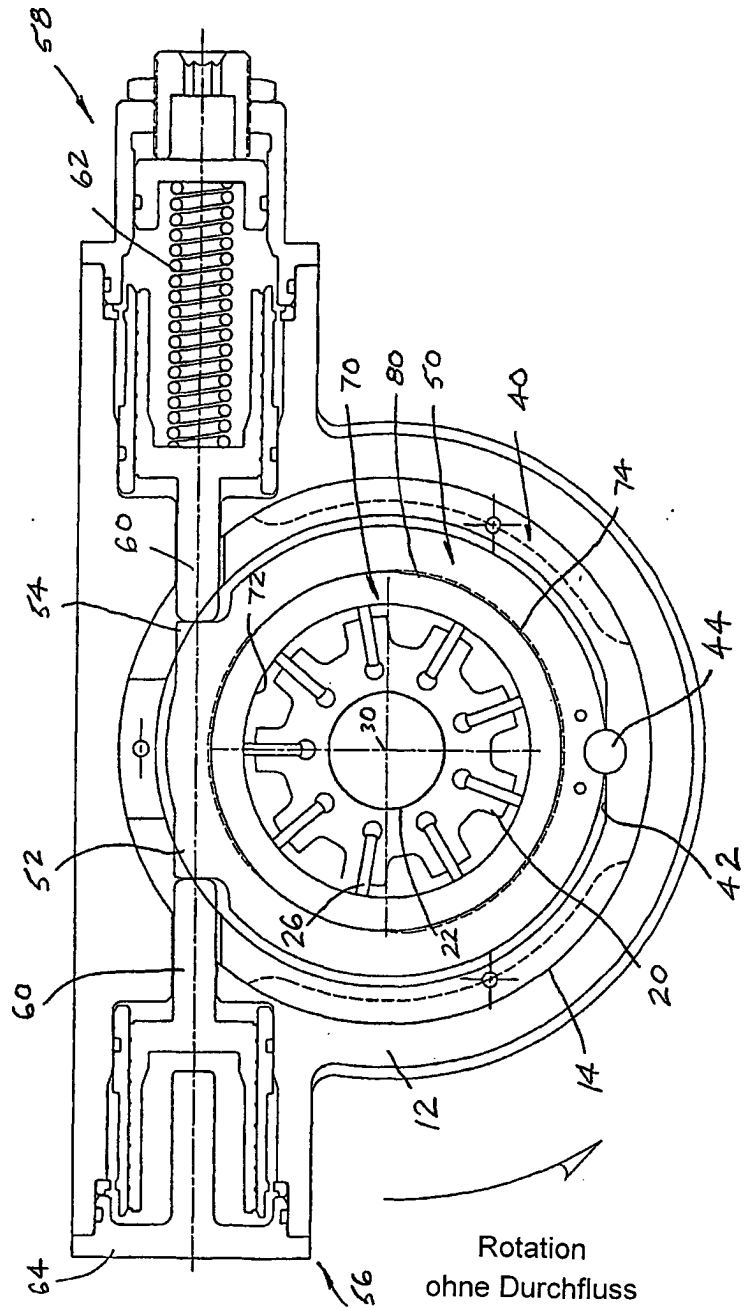


FIG. 4