

(19)



(11)

EP 1 865 158 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.12.2007 Patentblatt 2007/50

(51) Int Cl.:
F01L 1/34^(2006.01) F01L 1/344^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07106499.2**

(22) Anmeldetag: **19.04.2007**

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

- **Pohl, Dirk**
72070, Tübingen (DE)
- **Eimert, Jan**
73733, Esslingen (DE)
- **Lösch, Norbert**
73230, Kirchheim (DE)

(30) Priorität: **11.05.2006 DE 102006022219**

(71) Anmelder: **Hydraulik-Ring GmbH**
97828 Marktheidenfeld (DE)

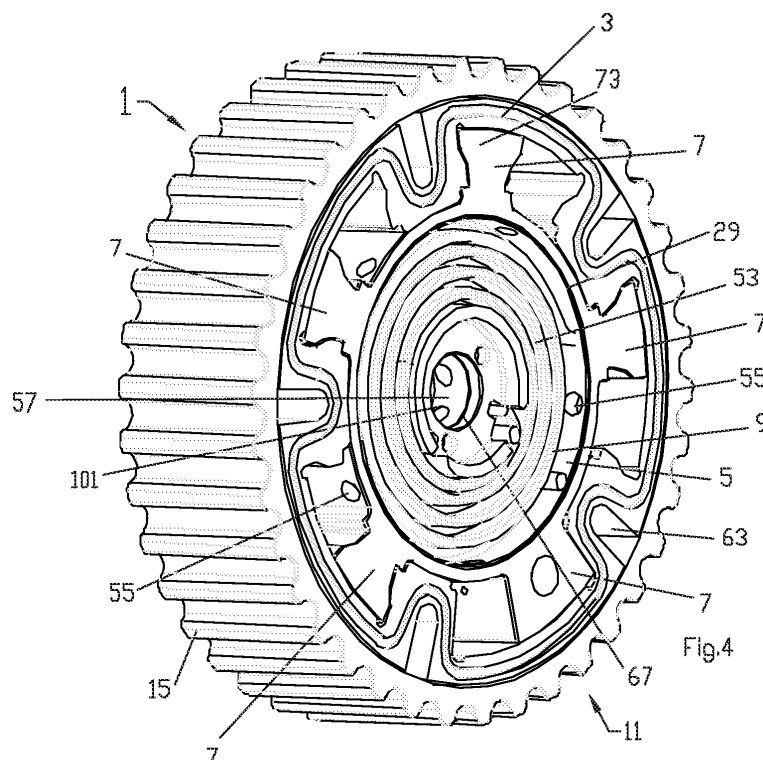
(74) Vertreter: **Cremer, Ulrike Theresia**
Cremer & Cremer
Patentanwälte
St.Barbara-Strasse 16
89077 Ulm (DE)

(72) Erfinder:
• **Knecht, Andreas**
72127, Kusterdingen (DE)

(54) Leckagedichter Nockenwellenversteller mit Rückstellfeder

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Nockenwellenversteller (1) des Riemenradtyps für Verbrennungsmotoren.

Der Nockenwellenversteller ist federvorgespannt, mit einer Feder in einem sich im Rotor befindenden Federraum. Der Nockenwellenversteller ist hydraulisch dicht.



EP 1 865 158 A2

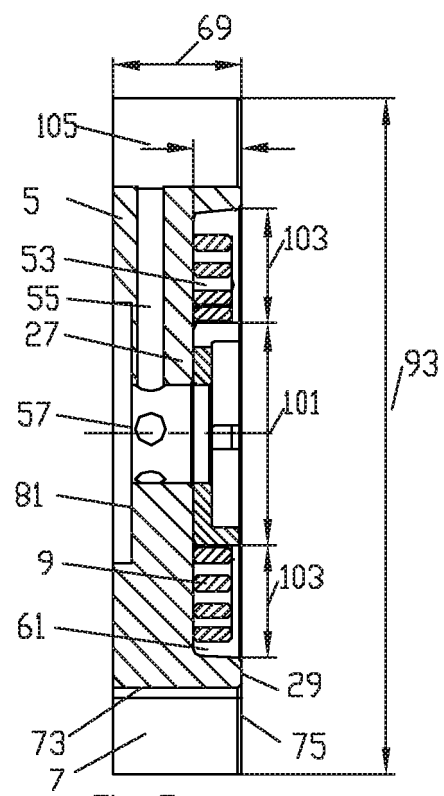


Fig. 7

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen schwenkmotorartigen Nockenwellenversteller.

[0002] Nockenwellenversteller nach dem Schwenkmotorprinzip werden in der Fachwelt nach einer üblichen Kategorisierung in zwei Klassen eingeteilt, dem kettengetriebenen Nockenwellenversteller und dem riemengetriebenen Nockenwellenversteller. Von einer Kette oder einem Riementrieb angetrieben verstellt der Nockenwellenversteller die Öffnungs- und Schließzeiten der Gaswechselventile gegenüber der antreibenden Welle, wie zum Beispiel der Kurbelwelle, zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt, um umweltfreundlichere Eingriffe auf den Verbrennungsablauf in den Brennkammern der Verbrennungskraftmaschine zu nehmen. Hierbei wird durch die Ölbefüllung, bzw. durch die Befüllung mit einem anderen geeigneten Hydraulikmedium, der sich zwischen Rotor und Stator des Nockenwellenverstellers bildenden gegenläufigen Kammern die Nockenwelle entweder in Richtung "Früh" oder in Richtung "Spät" verstellt. Die Verstellung wird durch eine Rückstellfeder zwangsgesteuert, um zum Beispiel bei fehlendem Öldruck eine bestimmte Vorzugsposition des Rotors gegenüber dem Stator sicherzustellen, und so eine Notlaufeigenschaft der Verbrennungskraftmaschine trotz Schadens am Ölkreislauf zu gewährleisten.

[0003] Der Rotor ist nach bekannten Ausführungsformen mit einer spiralartigen oder einer druckfederartigen Feder vorgespannt, so dass der Rotor in eine Ruheposition über die Entlastungsbewegung der Feder drängt, sofern kein ausreichendes Gegendrehmoment in dem Nockenwellenversteller herrscht.

[0004] Spiralfedern im Sinne dieser Offenbarung sind solche Federn, die mit ansteigendem Radius in einer Ebene von innen nach außen laufen.

[0005] Ein bestimmter Typ kettengetriebener Nockenwellenversteller ist aus der deutschen Patentanmeldung DE 103 39 668 A1 (Aisin Seiki K.K. vom 28.08.2003) bzw. aus der äquivalenten US-Schrift US 6782854 B2 bekannt, die in der Figur 1 schematisch einen Nockenwellenversteller mit Druckfeder darstellt, dessen Federraum sowohl im Rotor als auch im Statordeckel angeordnet ist. Aus dem gleichen Haus stammt auch die Darstellung eines kettengetriebenen Nockenwellenverstellers, der gem. dem europäischen Patent EP 0 806 550 B1 (Aisin Seiki K.K. vom 26.03.1996) bzw. der äquivalenten US-Schrift US 5775279 A in Figur 8 seine druckfederartige Zwangsverstellung vollständig im Deckel angeordnet hat. In beiden Ausführungsformen ist eine besondere Erhebung im Deckel des Stators vorzusehen, die umlaufend um das Zentrum des Verstellers, in dem die Nockenwelle angebunden ist, einen Hohlraum unterhalb bildet, in dem die Feder angeordnet werden kann. Ähnlich gestaltet ist auch der Nockenwellenversteller nach der Offenlegungsschrift DE 198 49 959 A1 (Aisin Seiki K.K. vom 29.10.1998) bzw. der äquivalenten US-Schrift US 6039016 A.

[0006] Die kettengetriebenen Nockenwellenversteller werden in der Regel leakagebehaftet im Ölkreislauf der Verbrennungskraftmaschine angeordnet, um oberflächenbespült, sowohl innwandig als auch außenwandig, den Nockenwellenversteller ständig mit Öl zu überziehen. Beim riemengetriebenen Nockenwellenversteller wird eine andere Idee verfolgt. Der Nockenwellenversteller ist nach außen bis auf Anschlusspunkte für den Ölzu- und den Ölabbfluss in die sich bildenden Kammern möglichst vollständig dicht aufgebaut, damit möglichst wenig Motoröl die Umwelt verschmutzen kann. Als weiterer Durchtrittspunkt für Öl kann ein Leakageölkanal vorgesehen sein, der das Hydrauliköl, das zum Beispiel aus den Hydraulikkammern in die Federteilungsebene diffundiert, in den Ölkreislauf zurückführt, ohne Öl an die Umwelt abzugeben. Ein Nockenwellenversteller mit den drei Öldurchtrittspunkten Zuführkanal, Abführkanal und Leakageölkanal, der ansonsten dicht ist, gilt als hydraulisch dichter Nockenwellenversteller im Sinne dieser Offenbarung.

[0007] Der Rotor liegt in dem ölhaltigen Raum, der sich in mehrere Kammern unterteilt, wobei gängige Rotoren an einem als Ring ausgestalteten Rotorkern angeformte Flügel aufweisen.

[0008] Bei riemengetriebenen Nockenwellenverstellern, die nicht unter einer Motoraußenwand abgedeckt liegend, ständig in Öl gebadet werden, sondern vollständig dicht über die geforderte Betriebszeit kein Leakageöl in die Umwelt abgeben sollen, ist ein weit verbreiteter Aufbau bisher so gewesen, dass der Nockenwellenversteller mit mehreren Teilungsebenen ausgestattet war, so dass Undichtigkeiten der Ölarbeitsebene, das ist die Ebene, in der sich die Kammern befinden, durch den vorgelagerten Federraum abgefangen werden konnte (für einen kettengetriebenen Nockenwellenversteller siehe Figur 16 der US 2002/0050258 A1). Hierbei nimmt der Nockenwellenversteller einen wesentlichen Raum innerhalb des vom Riementrieb umschlossenen Bereichs ein.

[0009] Ein Nockenwellenversteller mit einer druckfederartigen Wicklung, der durch einen Kettentrieb anzutreiben ist, kann der Figur 1 der JP-A-2002 29 52 09 entnommen werden. Der Nockenwellenversteller zeigt einen mehrfach umgelenkten Federraum, startend in dem Kettenrad, auf, der, um eine Führung für die Feder anbieten zu können, der Federaußenkontur mit angeschrägten Wänden nachgebildet ist. Auch ist aus der DE 103 49 176 A1 ein Nockenwellenversteller bekannt, dessen Federraum ebenfalls bis in den Deckel des Nockenwellenverstellers reicht. Der Federraum ist wegen der verwendeten Druckfeder länglich. Zwar ist aus der EP 1 164 256 A1 und der US 2002/0050258 A1 die alternative Verwendung anderer Federtypen bekannt, einem Konstrukteur fällt aber nicht auf Antriebs ein, wie die diversen Federarten unmittelbar mit den angebotenen Lösungen der beiden Druckschriften JP-A-2002 29 52 09 und DE 103 49 176 A1 verheiratet werden könnten.

[0010] Als hydraulisch dicht wird der Nockenwellenversteller dann betrachtet, wenn durch die zugeordnete Teilungs-

ebene, gebildet aus dem vorgelagerten Federraum, nach außen nur noch eine Restölmenge unterhalb von wenigen Millilitern pro eintausend Stunden treten kann.

[0011] Die gewählten mehrfachen Teilungsebenen führen zu einem erhöhten Aufbau der Bauteile, die zueinander abgedichtet werden müssen. Je mehr Bauteile eingesetzt werden, desto schwerer wird der Nockenwellenversteller, so dass die Motorenhersteller den riemengetriebenen Verbrennungsmotor nicht nur als minderwertigen Motor einstufen, sondern ihn auch als Motor mit den klobigen Nockenwellenverstellern häufig bezeichnen. Die Erfinder wollten zeigen, dass das Vorurteil ungerechtfertigt ist und suchten nach einer Konstruktion, die mit der Auffassung dadurch aufräumt, dass die Konstruktion auch für kleinvolumige Massenmotoren eingesetzt werden kann.

[0012] Mehrere konstruktiv vorteilhafte Ausgestaltungen für dieses selbstgesteckte Ziel werden in den Ausführungsbeispielen gezeigt, die durch Anspruch 1 beschrieben werden. Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den abhängigen Ansprüchen dargestellt.

[0013] Besonders interessant ist die Erfindung für Flachversteller, das sind solche Versteller, die mit einer maximalen Bauhöhe von weniger als 6 cm, vorzugsweise weniger als 4 cm, auskommen, um in der, sich durch den aus dem Umschlingungstrieb gebildeten Raum des Riemetriebes ergebenden, maximalen Bauhöhe zu bleiben. Hierbei steht maximal der Deckel des Stators oder eine entsprechende Höhe des Bodens unter dem Riemetrieb hervor.

[0014] Der Nockenwellenversteller wird in seiner, von einer Seite betrachteten, Schnittebene dann als gestuft bezeichnet, wenn er nahezu rechteckige Räume, die ineinander übergehend sein können, aufweist, deren Ecken jedoch fertigungstechnisch bedingt gewisse Rundungen, z. B. durch einen Fräser, aufweisen. Solche Rundungen können zum Beispiel einen Radius mit bis zu 5 mm zeigen.

[0015] Als Federraum wird der Raum im Rotor bezeichnet, der vorgehalten wird, damit eine Feder aufgenommen werden kann.

[0016] Insbesondere bei Spiralfedern, die für sich nur einen ringförmigen Federraum benötigen, bildet sich ein Federleerraum, der im Inneren, zwischen dem Draht der Federn, liegt. Nach einem Ausgestaltungsbeispiel ist der Federleerraum insgesamt leer. Nach einem alternativen Ausgestaltungsbeispiel wird der Federleerraum dazu genutzt, funktionelle Bauteile oder Funktionen zu platzieren. In diesem Fall verläuft der Rotor von der Seite her betrachtet zunächst in einer sich verringernden Höhe und dann nach außen hin aufbauend.

[0017] Um den Umweltaforderungen beim riemengetriebenen Nockenwellenversteller gerecht zu werden, richteten sich besondere Untersuchungen auf die Dichtigkeit des Nockenwellenverstellers, der ohne zusätzliche Teilungsebene auskommen sollte. Somit beeinflusst die konstruktive Anordnung der Verlagerung der Feder in den Rotor die Materialwahl, die Bearbeitung und die Anordnung.

[0018] Zur Erzeugung einer ausreichenden Dichtigkeit des Nockenwellenverstellers müssen die Bauteile selbst eine ausreichende Dichtigkeit gegen durchdiffundierendes Öl zeigen und an ihren Rand- und Übergangsbereichen durch geeignete Dichtungstechnik abgedichtet sein.

[0019] Der Nockenwellenversteller kann aus unterschiedlichen Materialien gefertigt sein, es bietet sich an, entweder ein Metall oder einen Kunststoff zu verwenden. Wenn der strukturelle Aufbau des Materials keine ausreichende Dichtigkeit aufweist, ist ein weiterer Behandlungsschritt notwendig, um abschließend die Öldichtigkeit des Bauteiles herzustellen.

[0020] Insbesondere beim Sintern wird häufig das metallurgische Pulver auf eine Dichte von circa 7 kg/dm^3 verpresst. In der Regel liegt die tatsächliche Enddichte des Materials aber in einem Bereich von $7,85 \text{ kg/dm}^3$. Daher ist das gesinterte Bauteil von sich aus mit einer Porosität, die das Durchdiffundieren des Hydraulikmediums erlaubt. In einem anschließenden Prozess bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten an, abschließend die Dichtigkeit zu erzeugen. Mögliche Verfahren sind die Wasserdampfbeaufschlagung auf der Oberfläche des Bauteils, die Imprägnierung mit einem geeigneten Kunststoff, die galvanische Oberflächenbeschichtung, die galvanische Nanobeschichtung und die Randdichtenerhöhung zum Beispiel durch Rollieren oder Kugelstrahlen. Bei der Wasserdampfbeaufschlagung in einer Atmosphäre von ca. 500°C wird die molekulare Oberflächenstruktur des gesinterten Bauteils durch eine Oxidbildung verändert, so dass die Moleküle größer sind und eine öldichte Schicht erzeugen. Statt zu sintern, bietet es sich auch an, den Stator und weitere Bauteile des Nockenwellenverstellers durch Gießen oder Druckgießen herzustellen. Beim Gießen entsteht eine Gushaut, die eine ausreichende Dichtigkeit gegen diffundiertes Öl aufweist, sofern sie nicht durch nachfolgende Bearbeitungsschritte beschädigt wird. Wenn die Montage Oberflächenzerstörungen hat, kann die Gushaut noch durch eine Imprägnierung des Bauteils mit einem Kunststoff oder einer galvanischen Oberflächenbeschichtung verbessert werden. Ähnliches lässt sich zum Fließpressen bzw. dem Massivumformen sagen. Durch die Abstimmung geeigneter Kunststoffwahlen, wie zum Beispiel mit Steinmehl versetzte Kunststoffe, können beim Kunststoffspritzgießen Bauteile geschaffen werden, die über die zu garantierende Lebensdauer eine ausreichende Dichtigkeit aufweisen.

[0021] Der Federraum, das ist der Raum, der ohne Federleerraum im Rotor liegt, hat eine Breite und eine Höhe. Die Breite erstreckt sich von der Rotormitte nach außen gehend in die Flügelextremitäten. Die Höhe des Federraums ergibt sich aus der Richtung, die in der Regel die schmalste Ausdehnung aufweist. Nach einem Aspekt der Erfindung weist der Federraum eine größere Breite als Höhe auf. Das Verhältnis kann mit wenigstens 2:1 angegeben werden. In solchen Abmessungen kann eine Spiralfeder mit ausreichendem Drehmoment liegen.

[0022] Nach einem Ausgestaltungsbeispiel liegt der Federraum auf der zur Nockenwellenaufnahmeseite mit ihrer

Vertiefung abgewandten Seite. Auf einer Seite des Rotors ist eine Nockenwellenaufnahmevertiefung mit einer umlaufenden Schulter angeordnet, während auf der gegenüberliegenden Seite des Rotors der Federraum vorgesehen ist. Die Gestaltung erlaubt eine schnelle Montage auf den Verbrennungsmotor.

[0023] Der Rotorkern weist einen Rotorkernrand auf. Der Rotorkernrand umläuft den Federraum. Er umrundet den Federraum und liegt zwischen dem Federraum und den Flügeln. Der Rotorkernrand muss nur eine solche Breite aufweisen, dass das Öl in den Hydraulikkammern zwischen den Statorstegen und den Flügeln sicher in ausreichendem Maße zurückgehalten wird. Die Breite des Federraums beträgt in diesem Falle ein Vielfaches der Breite des Rotorkernrandes. Diese Gestaltung trägt zur Gewichtsersparnis bei. Gleichzeitig wird hierdurch die Trägheit des Rotors gegenüber dem Stator verringert. Durch die geschickte Anordnung der Nockenwellenaufnahme auf der einen Seite des Rotors und des Federraums auf der anderen Seite des Rotors wird die rotatorische Momenteneinlenkung auf den Rotor ausgeglichen.

[0024] Nach einem ersten Ausgestaltungsbeispiel stellt der Federraum einen mit einem Hydraulikmedium durchspülten Raum dar. Nach einem zweiten Ausführungsbeispiel ist der Federraum ein Trockenfederraum. Wenn der Federraum als Hydraulikmedium durchspülter Raum gestaltet ist, reduziert sich die Dichtigkeitsanforderung an den Rotorkernrand. Wenn der Federraum ein Trockenfederraum ist, beinhaltet der Nockenwellenversteller eine geringere Ölmenge. Beide Ausgestaltungsvarianten können je nach Wunsch des Motorenherstellers beim erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller gestaltet werden.

[0025] Der Nockenwellenversteller ist mit einem Stator und einem separaten Deckel in einem gewählten Ausführungsbeispiel gestaltet worden. Wenn Deckel und Stator zwei getrennte Bauteile sind, kann zur Erhöhung der Öldichtigkeit eine umlaufende, einlegbare Ringdichte oder eine umlaufende, eingespritzte Ringdichtung, insbesondere als Zweikomponentenwerkstoff oder als Silikonkautschuk, vorgesehen werden. Die Ringdichtung dichtet den Hydraulikraum in Richtung auf das Riemenrad ab. Das Riemenrad wird somit nicht ölverschmiert.

[0026] Der Deckel selbst kann ebenfalls zweigeteilt ausgeführt sein. In diesem Falle liegt in der Mitte ein fixierbarer, zum Beispiel durch Verschrauben zu sichernder, Verschlussstopfen. Diese Gestaltung sichert eine zusätzliche Öldichtigkeit zu, indem die (nicht dargestellte) Zentralschraube, mit der der Nockenwellenversteller an die Nockenwellen zu schrauben ist, leckagedicht abgedichtet ist.

[0027] Das Riemenrad selbst kann eine stabilisierende Innenwand haben, die gleichzeitig eine der Außenwände des Stators ist. Dieser Integrationsschritt trägt zur weiteren Erhöhung der Kompaktheit des Nockenwellenverstellers bei. Der hydraulisch dichte Raum wird dann aus Deckeln, Stator und Innenwand des Riemenrades gebildet. Es ist keine weitere Teilungsebene vorgesehen. Teilungsebenenfrei liegt die Feder vollständig im Rotor. Die Feder selbst hängt an ihrem einen Ende in einem Einhängestift des Rotors, während das andere Ende der Feder in einem Einhängestift des Statordeckels befestigt sein kann.

[0028] Die Erfindung kann noch besser verstanden werden, indem beiliegende Ausführungsbeispiele näher betrachtet werden, wobei

die Figuren 1 und 2	einen Riemenradnockenwellenversteller mit herkömmlicher, gesonderter Teilungsebene, jedoch mit besonderen, weiterentwickelten Merkmalen zeigen,
Figur 3	einen ungeöffneten erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller darstellt,
Figur 4	einen erfindungsgemäßen deckellosten Nockenwellenversteller darstellt,
Figur 5	ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen, geschnittenen Nockenwellenverstellers darstellt,
Figur 6	ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellers darstellt,
Figur 7	das Höhenprofil eines erfindungsgemäßen Rotors darstellt,
Figur 8	den geöffneten Nockenwellenversteller der Figur 4 in Schnittzeichnung darstellt,
Figur 9	eine alternative Ausgestaltung eines Rotors mit Feder und Federeinhängung zeigt,
Figur 10	einen erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller mit einer angedeuteten Nockenwelle darstellt,
Figur 11	eine weitere Ausführungsvariante des Verstellers in Anlehnung an Figur 10 darstellt.

[0029] Ähnliche Bauteile sind zur Förderung des Verständnisses mit den gleichen Bezugszeichen versehen worden, obwohl geringfügige Abweichungen in den Ausgestaltungen gegeben sein können.

[0030] In den Figuren 1 und 2 ist zu sehen, wie hoch ein klassischer Nockenwellenversteller 1 baut. Insbesondere bei kleinvolumigen Massenmotoren ist der Bauraum, der über den Riementrieb hinausgeht, häufig sehr begrenzt. Deswegen besteht das Bedürfnis, nur eine geringe zusätzliche Höhe gegenüber der Breite des Riemenrads 11, die sich aus der Lauffläche 13 des Riemenrads 11 ergibt, zu beanspruchen. Das Riemenrad 11 ist mit einer Anzahl Zähne 15 der Lauffläche 13 ausgestattet, zwischen denen der Riementrieb eingreifen kann. Ein erster Versuch der Gewichtsersparnis kann dadurch realisiert werden, dass das Riemenrad 11 über Riemenradstege 17 mit dazwischen liegenden Riemenradausnehmungen 19 mit dem Stator 3 verbunden ist. Selbst diese Materialersparnis ist häufig bei Nockenwellenverstellern des Riemenradtyps nicht gängig. Zwischen Statordeckel 21, der hier schon zweigeteilt mit einem Ver-

schlussstopfen 25 ausgeführt ist und dem eigentlichen Stator 3 ist eine Zwischenplatte 23 vorgesehen, die den Hydraulikbereich vom Bereich der Feder 9 hydraulisch dicht über zahlreiche Dichtungen 31, 33, 35 trennt. Das Ausführungsbeispiel zeigt, dass auch auf klassischen riemengetriebenen Nockenwellenverstellern mit zusätzlicher Teilungsebene durch die Zwischenplatte 23 der zweigeteilte Statordeckel 21 angeordnet werden kann. Eine der Dichtungen, die Dichtung 35, dichtet die Wand des Riemenrads 95 mit dem Stator 3 hydraulisch ab. Im dargestellten Beispiel findet die Ölversorgung über die Zentralanströmung 57 durch die Nockenwelle (nicht dargestellt) statt, die in der Nockenwellenaufnahme 79 mündet. Die Nockenwelle selbst reicht in solch einem Fall bis in die Nockenwellenaufnahmevertiefung 81, die teilweise im Rotor 5 liegt. Der Rotor 5 selbst hat im Bereich seiner Rotormitte 67 eine Zentralanströmung 57, die auf die Rotorextremitäten 73 seitlich weist. Über die Zentralanströmung 57 werden die (nicht näher dargestellten) gegenläufigen Hydraulikkammern, die sich zwischen Stator und Rotor ausbilden, versorgt.

[0031] Wird die Figur 3 mit der Figur 1 verglichen, so ist zu sehen, dass der Nockenwellenversteller 1 der Figur 3 in seiner Höhe deutlich niedriger baut, die Höhe des Riemenrads 11 mit seinen Zähnen 15 auf der Lauffläche 13 entspricht nahezu der gesamten Höhe des Nockenwellenverstellers 1. Durch den Statordeckel 21, der mit dem Verschlussstopfen 25 zweigeteilt ist, reichen reihum Verspannschrauben bzw. Spannschrauben 59 (hier vier Schrauben), die die einzelnen Bauteile des Nockenwellenverstellers zueinander so verspannen, dass die Übergangsbereiche, die abgedichtet sind, hydraulikmediumdicht gestaltet sind.

[0032] Wenn die Schrauben 59 gelöst sind, ergibt sich ein ähnliches Bild des Nockenwellenverstellers 1 wie in Figur 4. In dem Stator 3 liegt der Rotor 5 mit seinen Rotorflügeln 7. Der Rotor 5 weist einen Federraum 53 auf, in dessen Mitte mit der Rotormitte 67 zusammenfallend ein Federleerraum 101 vorhanden ist. Der Federraum 53 ist in Richtung auf die Rotorextremitäten 73 durch den Rotorkernrand 29 begrenzt. Durch die Schwenkbewegung des Rotors 5 verringern bzw. vergrößern die den Hydraulikraum unterteilenden Flügel 7 eine Vorlauf- und Nacheilkammer des Nockenwellenverstellers 1. Die Flügel 7 können sich von Steg 63 bis zum nächsten Steg 63 bewegen. Über die Rotorkanäle 55 werden die Hydraulikkammern angeströmt, wobei die Kanalführung so gewählt sein kann, dass sie durch den Federraum 53 der Feder 9 geht. Der Rotor 5 liegt bündig oder etwas unterhalb des Randes des Riemenrads 11 mit seinen Zähnen 15, die sich über die gesamte Breite der Lauffläche erstrecken. Ein Ende der Feder 9 ist in der Federeinhängung 57 befestigt, die abgewandt von der Nockenwellenaufnahme 79 (nicht sichtbar) die Feder 9 einklemmt. Ein Ende der Feder ist an einem mit dem Stator rotationsfest befestigtem Teil, wie Befestigungsstiften des Statordeckels, angebracht. Das bedeutet, das andere Ende, das nicht in der Federeinhängung 57 eingegangene Ende, ist zwischen Stiften des Statordeckels befestigt.

[0033] Die Figuren 5 und 6 zeigen zwei unterschiedliche Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellers 1, die sich unter anderem dadurch unterscheiden, auf welcher Seite in Bezug auf die Nockenwellenaufnahme 79 mit ihrer Nockenwellenaufnahmenvertiefung 81 die Feder 9 in ihrem Federraum 53 angeordnet ist. In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 5 ist der Federraum 53 von dem Statordeckel 21 abgewandt, während im Ausführungsbeispiel nach Figur 6 der zweigeteilte Statordeckel 21 mit seinem verschraubbaren Verschlussstopfen 25 im Nahbereich, unmittelbar neben dem Federraum 53 liegt. In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 liegen die Rotorkanäle 55, die von der Zentralanströmung 57 versorgt werden, auf der Statordeckel entfernteren Seite. Der hydraulisch dichte Raum setzt sich aus dem Riemenradsteg 17, dem Stator 3 und dem über Dichtungen 65 durch Schrauben 59 an das Riemenrad fest verspannten Statordeckel 21 zusammen. Die Schulter 87 der Nockenwellenaufnahme 79 bildet sich aus dem Riemenrad 11. Der Nockenwellenversteller 1 ist im Wesentlichen symmetrisch zur Rotormitte 67 aufgebaut. Hydraulisch dicht gegenüber der Umwelt gelangt das Hydrauliköl über die Nockenwellenaufnahmenvertiefung 81 und der Zentralanströmung 57 in die Rotorkanäle 55 im Rotor 5. Der Rotor, der die abtreibende Welle, wie die Nockenwelle, gegenüber der antreibenden Welle, wie die Kurbelwelle, die über einen Riementrieb am Riemenrad antreibt, in ihrer Phasenlage verstellt, ist funktionell so gestaltet, dass er nicht nur Rotorkanäle 55, sondern auch einen Federraum 53 mit einer Feder 9 aufweist. Der Rotor 5 selbst bietet Raum für seine Zwangssteuerung über eine Feder 9, die keinen zusätzlichen Bauraum im Deckel 21 beansprucht. Der Verschlussstopfen 25 ist mit einem Stopfenschraubengewinde 77 ausgestattet, das hydraulisch dicht den Federölraum 71 gegenüber der Umwelt abdichtet. Weitere Dichtaufgaben werden durch die Verspannschrauben 59 wahrgenommen. Vergleicht man das ältere Ausführungsbeispiel der Figur 2 mit dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6, so ist zu sehen, dass, anstelle von wenigstens drei Dichtungen, nur noch eine umlaufende Dichtung 65 des kompakteren Nockenwellenverstellers vorzusehen ist. Wenn die beiden größten Flächen des Nockenwellenverstellers 1 betrachtet werden, so ergibt sich eine Federraum zugewandte Seite 83, die im Ausführungsbeispiel nach Figur 6 die Seite mit dem Deckel 21 ist und eine Federraum abgewandte Seite 85. Im Ausführungsbeispiel nach Figur 6 befindet sich auf der federraumabgewandten Seite 85 eine Nockenwellenaufnahmeschulter 87. Nur der Deckel 21 steht zwischen dem Riemenrad 11 hervor.

[0034] In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 5 liegt die Schulter 87 der Nockenwellenaufnahme 79 auf der federzugewandten Seite 83, während die federabgewandte Seite 85 den Deckel 21 mit seinem über das Stopfenschraubengewinde 77 verschraubbaren Verschlussstopfen 25 aufweist. Die Verspannschraube 59, die mehrfach vorhanden ist, verspannt den Deckel 21 mit dem Riemenrad 11 bzw. seinen Zwischenstegen. Der Rotor 5 kann von seiner Mitte 67 ausgehend als langgestreckter, flacher Stern mit einzelnen Flügeln bezeichnet werden, auf dessen Zentrum hin, die

Mitte 67 des Rotors 5 umrundend, der Federraum 53 als flacher, kreisrunder Ring vorgehalten ist, an den sich die Nockenwellenaufnahmevertiefung 81 anschließt. Die Rotoroberfläche 75 hat insgesamt ein vergleichmäßiges Profil, das aber zu den Rotorextremitäten 73 hin ansteigend ist. Der flache, kreisrunde, oberflächengeführte Federraum 53 überdeckt den Rotorkern 27, der von dem Rotorkernrand 29 begrenzt wird. Der Rotorkernrand 29 ist im Vergleich zum

5 Breite des Federraums 53 deutlich schmaler, er liegt bei einem Anteil kleiner fünf gegenüber der Breite des Federraums 53. Die Schulter 87 der Nockenwelle ist so dimensioniert, dass sie die Nockenwelle umgreifen kann, wobei nur ein kurzer Rest über die Flucht, die sich aus dem Riemenrad 11 ergibt, in Richtung auf die Nockenwelle hinaussteht. Unterhalb des Federraums 53 verlaufen Rotorkanäle 55 in nahezu paralleler Erstreckung zu dem Federraum 53, die mit der Zentralanströmung 57 in hydraulischer Verbindung stehen können. Einzelne raumbildende Bauteile sind wahlweise

10 gegeneinander mit Dichtungen 65 abgedichtet.

[0035] Figur 7 zeigt den aus dem Stator 3 herausgenommenen Rotor 5, an dem das Rotorhöhenprofil 69 augenscheinlicher wird. In dem gewählten Ausführungsbeispiel ist der Federraum 53 für die Feder 9 mit seiner Breite 103 und seiner Höhe 105 ein Federtrockenraum 61. Das Hydraulikmedium gelangt über die Nockenwellenaufnahmevertiefung 81 und der Zentralanströmung 57 nur bis in die Rotorkanäle 55. Der Federleerraum 101, der innen zwischen dem

15 Federraum 53 liegt, ist überwiegend hydraulisch trocken ausgestaltet, nur Leckagen über den Rotorkernrand 29 müssen mittig herausgeführt werden. Sowohl Federleerraum 101 als auch Federraum 53 liegen im Bereich des Rotorkerns 27. An dem Bereich des Rotorkerns schließt sich der Bereich der Rotorextremitäten 73 an, die in Form von Flügeln 7 vorliegen. Der Rotorkern 27 wird durch den Rotorkernrand 29 begrenzt, der nur einen Bruchteil der Abmessung des Rotorkerns in seiner Breite überspannt. Wird die Rotoroberfläche 75 von den Rotorflügeln aus startend nach innen zur Zentralanströmung 57 betrachtet, so ist ein gestuftes Rotorhöhenprofil 69 zu erkennen, dessen höchste Höhe im Bereich

20 der Rotorextremitäten 73 zu finden ist. Aufgrund der Ausnehmung für die Nockenwellenaufnahmevertiefung 81 im Bereich der Mitte des Rotors 5 ist das sich insgesamt bildende Höhenprofil in der Mitte selbst mit einem Bauteil für die Federeinhängung geringer, als in den Rotorextremitäten. Zwischen Rotorkanälen 55 und Federraum 53 muss soviel Rotormasse übrig gelassen werden, dass die beiden Bereiche voneinander sicher hydraulisch entkoppelt sind und kein

25 Hydraulikmedium von den Kanälen in den Federraum hindurch diffundieren kann. In so einem Fall müssen nur geringe Leckagemengen über den Rotorkernrand ausgebracht werden. Weiterhin ist ein so geformter Rotor besonders leicht, der gesamte Nockenwellenversteller 1 hat eine geringe Trägheit trotz des großen Durchmessers 93 des Rotors 5.

[0036] Die schon in der Figur 4 angedeutete Federeinhängung der Feder 9 kann noch besser durch Hinzuziehung der Figur 8 verstanden werden, indem näher betrachtet wird, wie die Feder 9 zwischen dem Einhängstift 89 am Rotor

30 5 und dem Einhängstift 91 vorgespannt eingelegt werden kann. Die Feder 9 ist in einem Bereich, der von der Nockenwellenaufnahme entfernt liegt. Auch die Nockenwellenaufnahmevertiefung 81 hinter der Nockenwellenaufnahme 79 liegt auf der Feder abgewandten Seite. In dem Federleerraum 101 ist ein den Federraum 53 abgrenzender Ring 98 als zusätzliches Bauteil eingesetzt worden. In der Darstellung der Figur 8 ist auch das Riemenrad 11 eingezeichnet, um die Volumenverhältnisse des Rotors 5 gegenüber dem Riemenrad 11 deutlich zeigen zu können. Obwohl der Rotor

35 zwangsgesteuert ist und alle Hydraulikkammern versorgen kann, beträgt die Rotorhöhe weniger als die Hälfte der Bauhöhe des Riemenrads. In einem Verbrennungsmotor mit erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller, der über einen Riemen angetrieben wird, bestimmt sich die Höhe des Nockenwellenverstellers vorrangig aus der Breite des Antriebsriemens. Es wird nur noch maximal eine Deckelbreite aus der Flucht des Riemenrades herausgegangen. Bei dieser Ausgestaltung wird die Rückstellfunktion der Feder 9, die in einer einzigen Ebene im Federraum liegt, durch die

40 unterschiedliche Aufhängung der Stifte 89 und 91 an zwei zueinander rotierbaren Bauteilen des Nockenwellenverstellers realisiert. Hierdurch wird durch die unterschiedliche Aufhängung der Stifte 89, 91 die Verdrehbarkeit und die Torsion der Feder ermöglicht. Der Federraum 53 erstreckt sich gleichmäßig entlang des Rotors 5. Der Federraum 53 ist ein einfach zusammenhängender, überwiegend kreisrunder Raum, der in seiner Mitte eine Aussparung aufweist. Der Federraum 53 liegt ausschließlich im Rotor 5. Der Federraum 53 kann nach einer Ausgestaltung ölfüllt sein. Die Feder

45 9 ist dann ölgelagert.

[0037] In der Figur 9 ist ein Rotor 5 dargestellt, mit seinem Federraum 53. In dem Federraum 53 liegt die Feder 9, mit der der Nockenwellenversteller in eine Zwangslage gedreht werden kann. Der Rotor 5 hat ebenfalls mehrere nach Außen gerichtete Flügel 7, die umlaufend verteilt sind. Einer der Flügel 7 ist etwas anders gestaltet, als die meisten der anderen Flügel. Einer der Flügel 7 weist ein Formschlusselement auf. Das Formschlusselement ist eine Nut 107. In der Nut 107

50 liegt formschlüssig ein Federeingriffsende 109. Das Federeingriffsende 109 ist das Ende der Feder 9, das die mechanisch feste Anbindung an den Rotor 5 sicherstellt. Das Ende der Feder 9 ist aus der Orientierung der Feder abgewickelt seitlich auf die Spitze des Flügels 7 bzw. dessen Extremitätsbereich 73 geführt. Die spiralförmige Feder 9 liegt in ihrem Federraum 53 bis auf das Federeingriffsende 109, das entlang einer Flügeloberfläche den Flügel ungefähr mittig nuttief zerteilt, um die gebildete Nut durch das Federeingriffsende 109 auszufüllen. Das Federeingriffsende 109 zeigt auf den Rand bzw.

55 die breite Laufflächenseite des Flügels 7.

[0038] Ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellers 1 kann den Figuren 10 und 11 entnommen werden. Die Stifte 115, die zueinander versetzt angeordnet in den Federraum 53 vom Deckel 21

hinausragend eine Federführung bieten, spannen das eine Ende 113 der Feder 9 durch ein Umlenken des Federendes

113 ein. Die Feder 9 erstreckt sich vollständig in der Rotorausnehmung 51, die die Feder 9 in einer Lage aufnehmen kann. Die Federeinhängung 97 liegt in der Mitte des Nockenwellenverstellers 1. Die Federeinhängung 97 wird vorzugsweise mittig durchbrochen, damit sich ein Langloch zusammen mit einem Ende der Nockenwelle 117 bilden kann. Das Langloch ist als Zentralschraubenbohrung 121 mit einem Innengewinde ausgeführt, damit eine Zentralschraube den Rotor 5 mit der Nockenwelle 117 verbinden kann. Von der Feder 9 gehen die beiden Federenden 111, 113, die als Federeingriffsenden 111, 113 ausgestaltet sind, gebogen, es kann auch gesagt werden umgelenkt, ab. Wenigstens zwei der Stifte 115 sind so beabstandet, dass die Dicke der Feder 9 genau dazwischen passt und so in einem Klemmsitz angeordnet wird. Ein Ende der Feder 9, das Eingriffsende 111 sitzt in einer Nut 119. Die Verbindung ist so ähnlich ausgestaltet wie in Figur 9 dargestellt. Der Nockenwellenversteller 1 begrenzt an einem Ende die hinter ihm angeordnete Nockenwelle 117, die durch einen Fixierstift 99 zum Rotor 5 des Nockenwellenverstellers 1 ausgerichtet ist. Als weiteres Ausrichtmittel dient die Zentrierhülse 23. Die Feder 9 steht senkrecht zu der Achse der Nockenwelle 117. Sie ist auf der von der Nockenwelle 117 entfernten Seite des Rotors 5 angeordnet. Der Rotor 5 bietet in einer länglichen, kreisrunden, flachen Ausnehmung, die weniger als die halbe Höhe des Nockenwellenverstellerrotors 5 erfasst, den Federraum 53. Die Nockenwelle 117 ruht in der Nockenwellenaufnahme 79 des Riemenrads 11. Das Riemenrad 11 ist somit auf dem Ende der Nockenwelle 117 gelagert. Die Feder 9 wickelt sich in der gleichen Ebene ab, wie die Flügel 7 aus dem Rotor 5 herausstehen. Hierdurch lässt sich ein schichtweiser Aufbau des Deckels 21, des Rotors 5 und der unter dem Deckel 21 in dem Rotor 5 eingelegten Feder 9 realisieren. Feder 9 und Rotor 5 werden nur durch die vorzusehende Zentralschraube durchstoßen. Die Nockenwelle 117 schließt sich an der einen der beiden Seiten des Nockenwellenverstellers 1 an. Die Nockenwelle 117 durchsetzt den Nockenwellenversteller 1 nicht vollständig, sondern er schließt sich nur einseitig an.

[0039] Der neue erfindungsgemäße Nockenwellenversteller zeichnet sich durch viele positive Eigenschaften aus, er ist kompakter, leichter, kleiner und schneller als viele herkömmliche, riemenangetriebene Nockenwellenversteller. Hierbei wird der Rotor 5 mehrfach funktionell genutzt, wobei die Wandstärken des Rotors zwischen seinen hydraulikflüssigkeitsführenden Bereichen so gewählt sind, dass ein Durchdiffundieren erfolgreich unterbunden wird. Auch wenn die Erfindung anhand einer Spiralfeder grafisch dargestellt worden ist, versteht ein Fachmann, dass auch solche Ausführungsformen unter den Schutzzumfang der patentgemäßen Lehre fallen, die mit einer anderen Feder auskommen, solange die zwangssteuernde Feder zur Bestimmung der Vorzugsrotationsrichtung vollständig im Rotor liegt. Der Deckel selbst kann zwar leicht gewölbt sein, er liegt aber insgesamt in einer Ebene, die nicht durch die Feder unterbrochen ist. Feder und Deckel erstrecken sich parallel und flach zueinander über die wesentlichen Bereich des Rotordurchmessers. In einer Schnittzeichnung haben die einzelnen Bauteile, wie Deckel, Feder, Federraum, Rotor mit Rotorkanälen und Riemenradinnenwand, zueinander eine parallele Anordnung, wobei die Teile jeweils in den ihnen zugeordneten Räumen bleiben, ohne in die benachbarten Räume der anderen Bauteile einzugreifen oder diese zu unterbrechen. Daher sind die Bauteile unterbrechungsfrei ausgeführt.

[0040] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Höhe des Rotors minimiert, der sich im Stator ergebende zusätzliche Bauraum wird durch Mittel, wie zum Beispiel zur Zwangssteuerung, zur Ölversorgung, zur Rotorverriegelung, zur Erzeugung einer Verharrungslage oder zur Gleitreibungsverringerung genutzt, während kein Öl an die Außenseite des Riemenrades im Bereich der Lauffläche des Riemenrades gelangt.

Bezugszeichenliste:

[0041]

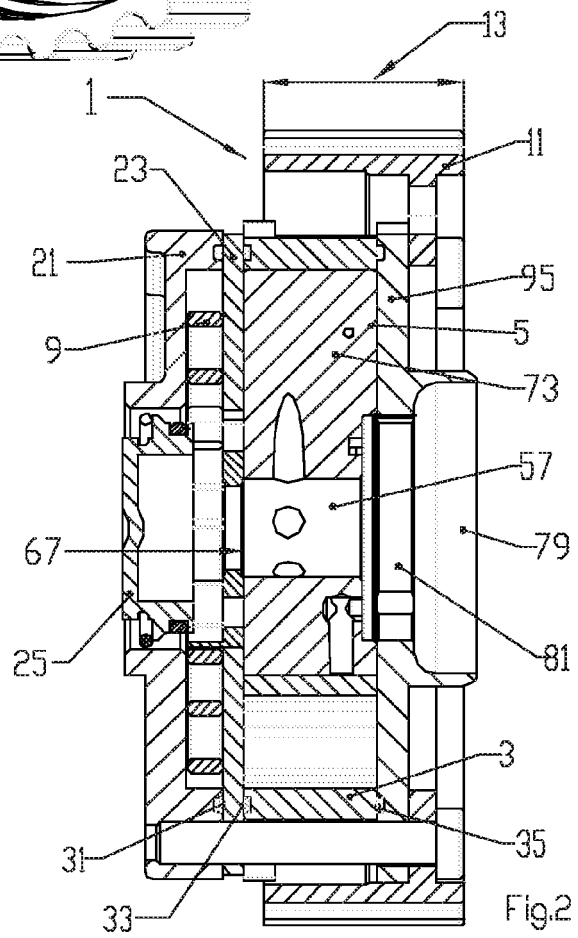
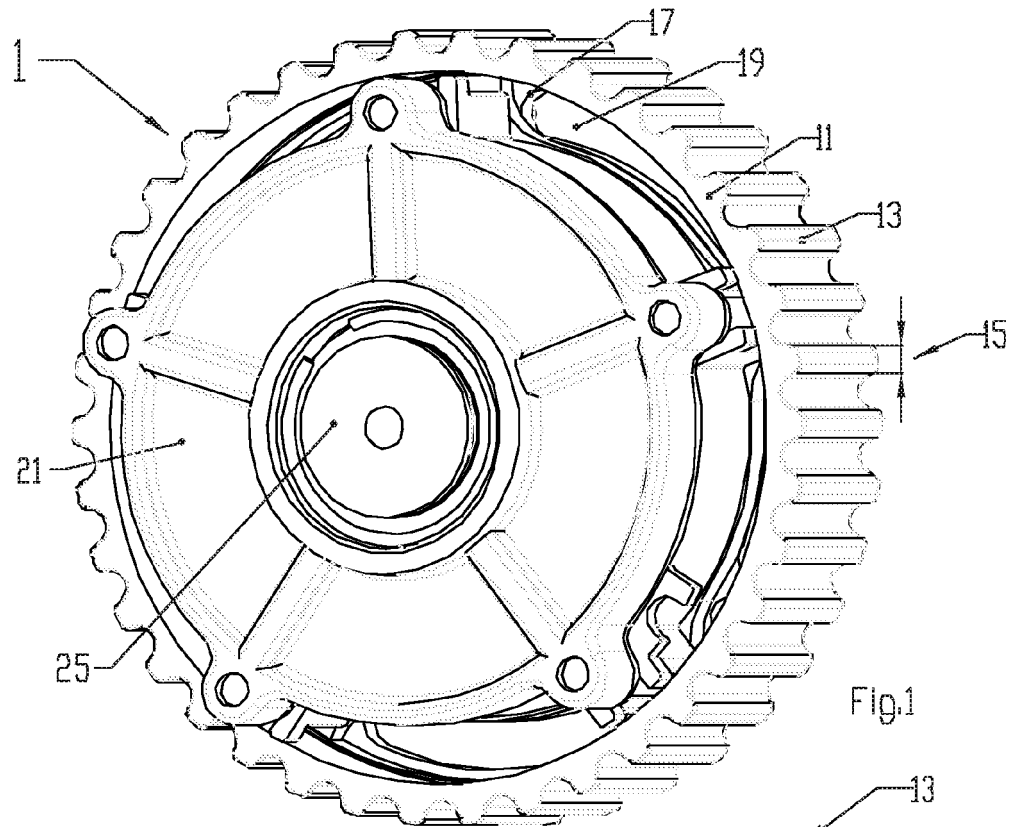
Bezugszeichen	Gegenstand
1	Nockenwellenversteller
3	Stator
5	Rotor
7	Flügel
9	Feder
11	Riemenrad
13	Lauffläche des Riemenrads
15	Zahn der Lauffläche
17	Riemenradsteg
19	Riemenradausnehmung
21	Statordeckel
23	Zwischenplatte
25	Verschlussstopfen des Deckel
27	Rotorkern
29	Rotorkernrand

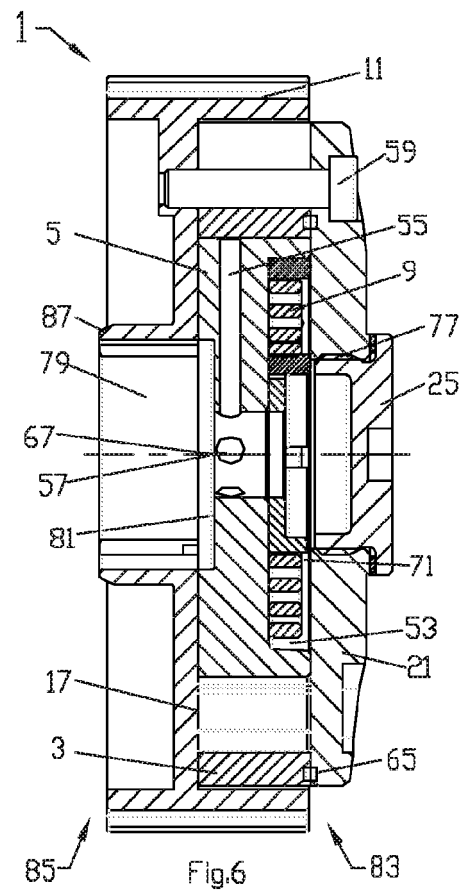
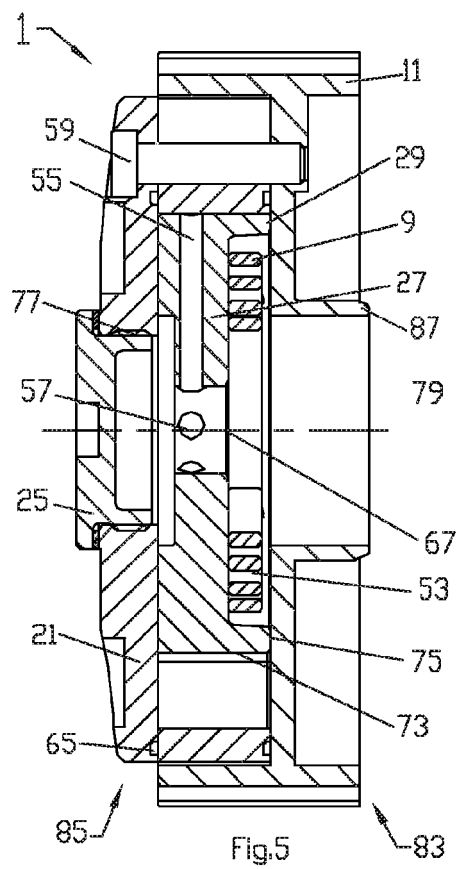
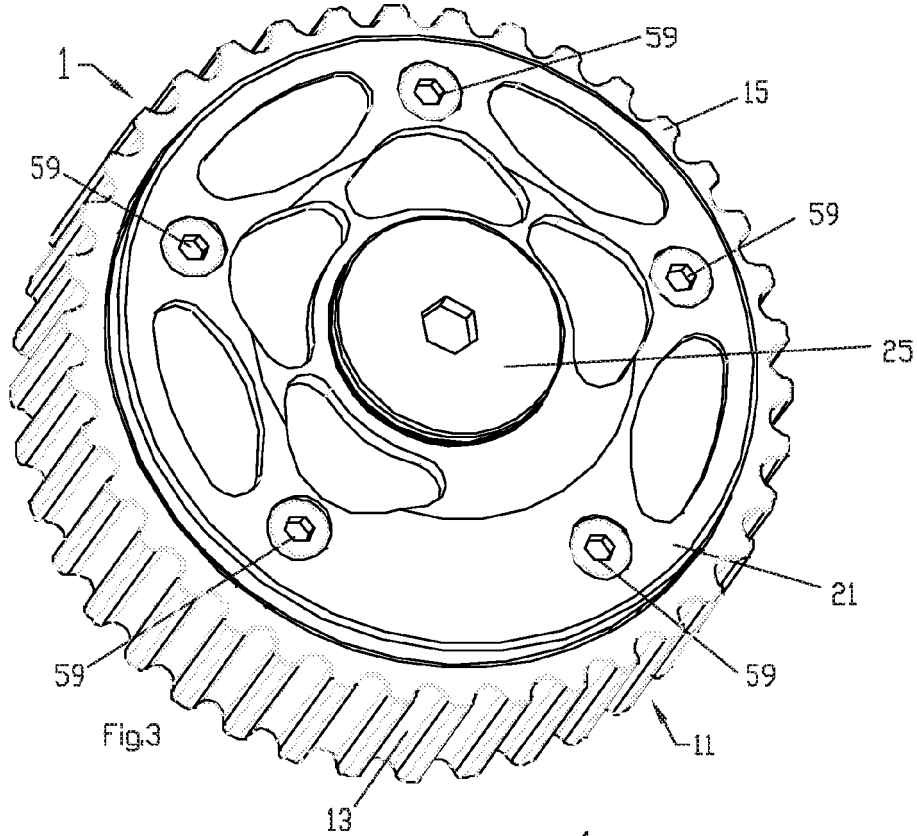
	31	Dichtung
	33	Dichtung
	35	Dichtung
	51	Rotorausnehmung
5	53	Federraum
	55	Rotorkanal
	57	Zentralanströmung
	59	Spannschraube
	61	Federtrockenraum
10	63	Statorstege
	65	Deckeldichtung
	67	Rotormitte
	69	Rotorhöhenprofil
	71	Federölraum
15	73	Rotorextremität
	75	Rotoroberfläche
	77	Stopfschraubengewinde
	79	Nockenwellenaufnahme
	81	Nockenwellenaufnahmevertiefung
20	83	federraumzugewandten Seite
	85	federraumabgewandten Seite
	87	Schulter der Nockenwellenaufnahme
	89	Einhängstift am Rotor
	91	Einhängstift der Nockenwellenaufnahme
25	93	Rotordurchmesser
	95	Riemenrad bzw. Riemenradscheibe
	97	Federeinhängung
	98	Ring
	99	Fixierstift
30	101	Federleerraum
	103	Breite des Federraums
	105	Höhe des Federraums
	107	Nut
	109	Federeingriffsende
35	111	Federeingriffsende, insbesondere das zweite Ende
	113	Federeingriffsende, insbesondere das erste Ende
	115	Einhängstifte, insbesondere an dem Deckel angeformt
	117	Nockenwelle
	119	Nut
40	121	Zentralschraubenbohrung
	123	Zentrierhülse

Patentansprüche

- 45
1. Hydraulisch dichter Nockenwellenversteller (1), insbesondere Nockenwellenflachversteller, der leakagefrei mit einem federvorgespannten Flügelrotor (5), der einen Rotorkern (27) und mehrere Flügel (7) umfasst, und mit einem Stator (3) ausgestattet ist, insbesondere als Riementriebsnockenwellenversteller,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- 50 der Rotor (5) entlang seines Durchmessers (93) mit ab einem außermittig startenden kleinsten Radius nach Außen gehend gestuft ein ansteigendes Höhenprofil (69) aufweist, dessen größtes Höhenprofil (69) in den Extremitäten (73) der Flügel (7) zu finden ist, so dass sich ein an der Rotoroberfläche (75) entlang erstreckender Federraum (53) bildet, der außermittig in einem Bereich des Rotorkerns (27) vollständig liegt.
- 55 2. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (103) des Federraums (53) größer als die Höhe (105) des Federraums (53) ist, insbesondere wenigstens das zweifache zur Höhe (105) beträgt.

3. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feder (9) des Rotors (5) eine Spiralfeder ist.
- 5 4. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (5) auf der dem Federraum (53) abgewandten Seite eine rotoratorisch mit einer Schulter umschlossenen Nockenwelleaufnahmevertiefung (81) aufweist.
- 10 5. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federraum (53) durch einen umlaufenden Rotorkernrand (29) in radialer Richtung auf die Flügel (7) zu umrundet ist, wobei die Breite des Federraums (53) ein Vielfaches der Breite des Rotorkernrands (29) darstellt.
- 15 6. Nockenwellenversteller (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federraum (53) ein mit einem Hydraulikmedium wie Öl durchspülter Raum ist.
- 20 7. Nockenwellenversteller (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federraum (53) ein Trockenfederraum (61) ist.
8. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Deckel (21) auf dem Stator (3) durch eine umlaufende, einlegbare Ringdichtung (65) oder umlaufende, einspritzbare Ringdichtung (65) in Richtung auf ein Riemenrad (11) abgedichtet ist.
- 25 9. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckel (21) zweigeteilt ausgeführt ist, in dessen Mitte ein fixierbarer, insbesondere verschraubbarer, Verschlussstopfen (25) gehalten ist.
- 30 10. Nockenwellenversteller (1) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Riemenrad (11) mit einer stabilisierenden Innenwand (17) ausgestattet ist, die gleichzeitig eine Außenwand des Stators (3) ist.
11. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Deckel (21), der Stator (3) und die Innenwand des Riemenrads (11) einen hydraulisch dichten Raum bilden, der teilungsebenenfrei Rotor (5) und Feder (9) aufnehmen kann.
- 35 12. Nockenwellenversteller (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feder (9) mit einem Ende in einem Einhängstift (89) des Rotors (5) angeordnet ist, und mit dem anderen Ende an einem Einhängstift (91) des Statordeckels (21) befestigt ist.
- 40 13. Nockenwellenversteller (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Federeinhängung, insbesondere eine Nut (107), im Rotor (5), vorzugsweise an einer der größeren Seitenwände, vorhanden ist, in die ein Federeingriffsende (109) der Feder (9) formschlüssig eingreift, und so eine mechanisch feste Verbindung zwischen dem Rotor (5) und dem einen Ende (109) der Feder (9) herzustellen.





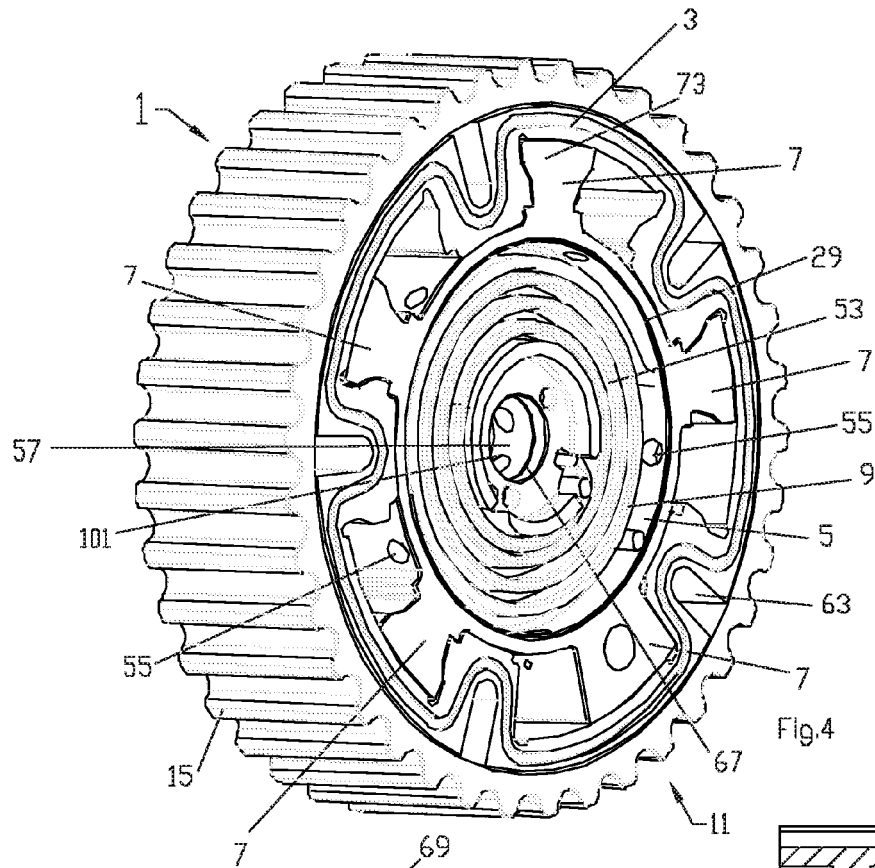


Fig. 4

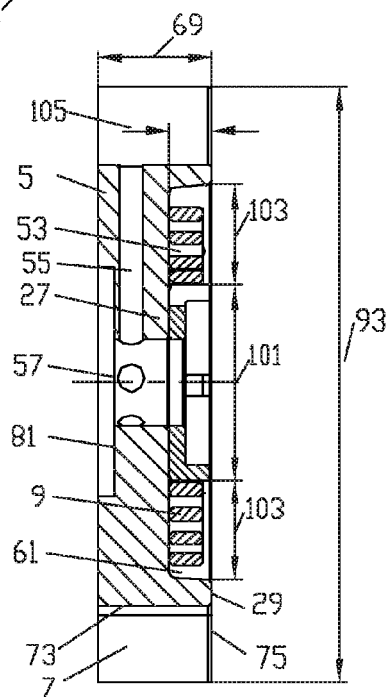


Fig. 7

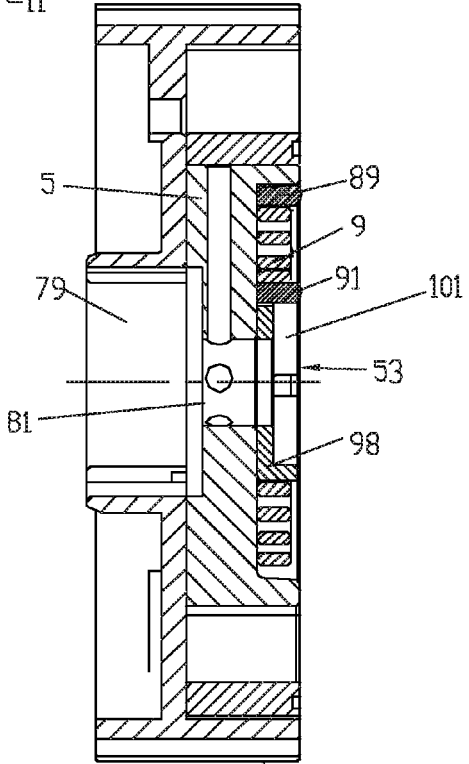


Fig. 8

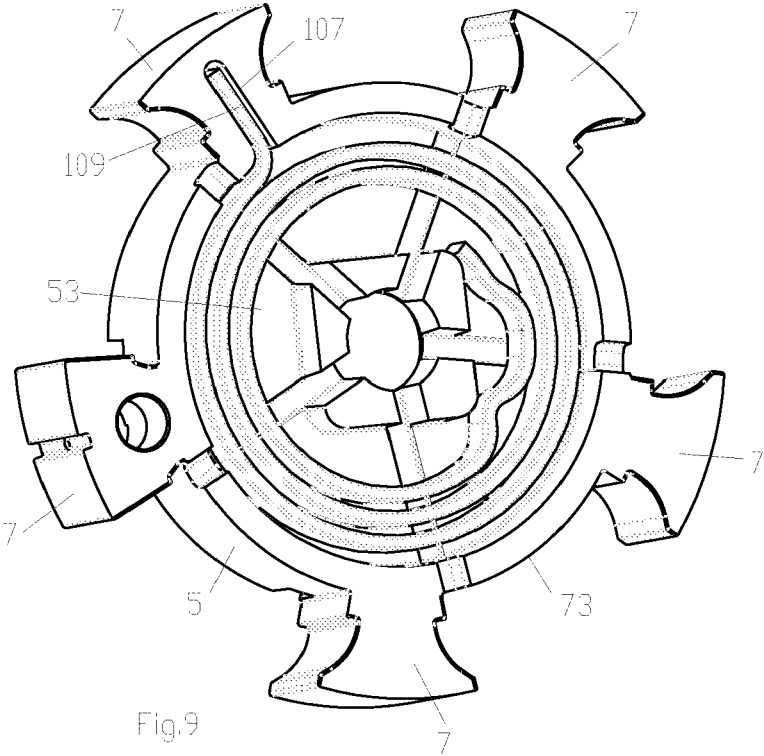
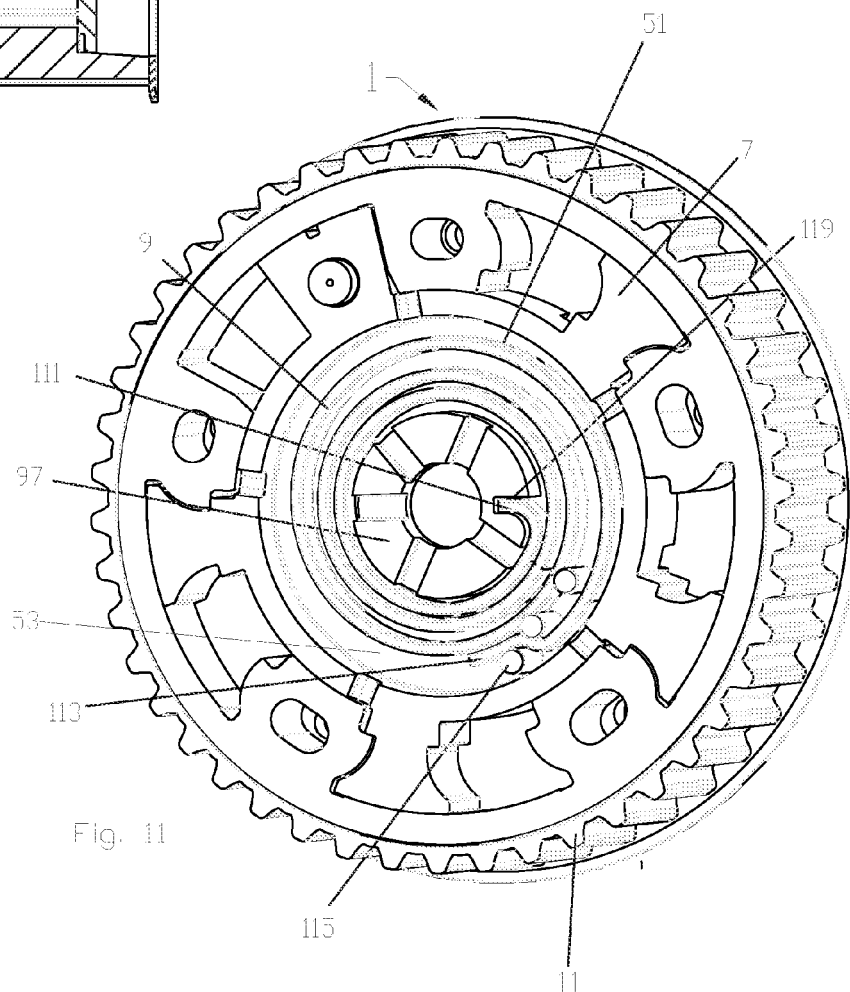
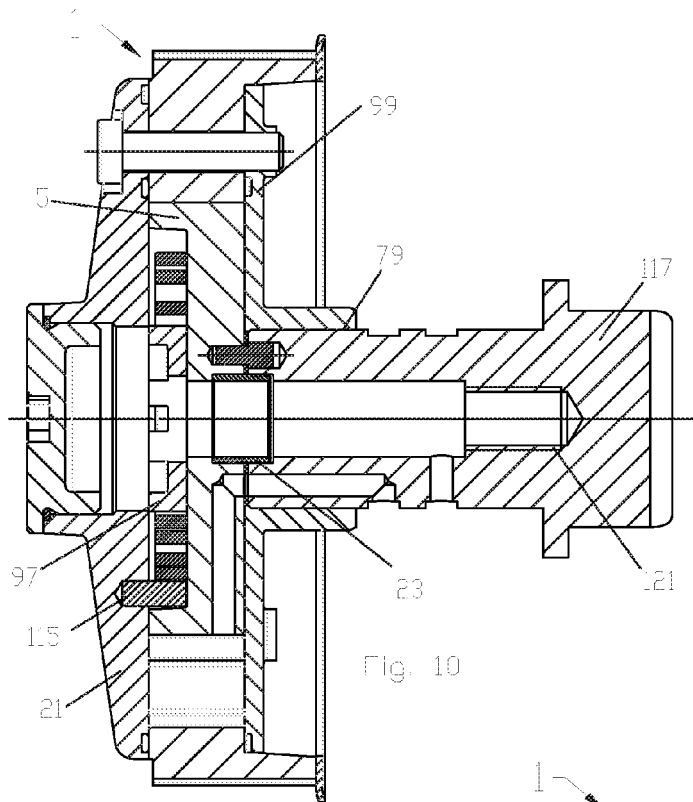


Fig.9



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

- DE 10339668 A1 [0005]
- US 6782854 B2 [0005]
- EP 0806550 B1 [0005]
- US 5775279 A [0005]
- DE 19849959 A1 [0005]
- US 6039016 A [0005]
- US 20020050258 A1 [0008] [0009]
- JP 2002295209 A [0009] [0009]
- DE 10349176 A1 [0009] [0009]
- EP 1164256 A1 [0009]