

(19)



(11)

EP 1 811 139 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

25.07.2007 Patentblatt 2007/30

(51) Int Cl.:

F01L 1/344 (2006.01)

B22F 5/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07100664.7**

(22) Anmeldetag: **17.01.2007**

(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 NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **18.01.2006 DE 102006002599**

24.04.2006 DE 102006019435

(71) Anmelder: **Hydraulik-Ring GmbH**

97828 Marktheidenfeld (DE)

(72) Erfinder:

• **Knecht, Andreas, Dipl.-Ing. (FH)**

72127 Kusterdingen (DE)

• **Pohl, Dirk, Dipl.-Ing.**

72070 Tübingen (DE)

• **Eimert, Jan, Dipl.-Ing. (FH)**

73733 Esslingen (DE)

(74) Vertreter: **Cremer & Cremer**

Patentanwälte

St.-Barbara-Straße 16

89077 Ulm (DE)

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 86 (2)
EPÜ.

(54) **Rotor eines Nockenwellenverstellers**

(57) Die vorliegende Erfindung beschreibt einen neuen Rotor und ein entsprechendes Herstellverfahren für einen erfindungsgemäßen Rotor, bei dem eine Hülse

als strukturelles Bauteil Ölführungsfunktionen neben Verriegelungsstiftlagerfunktionen übernimmt, wobei die Hülse mittels Presssitz in einem Flügel des Rotors oberflächenbündig einsetzbar ist.

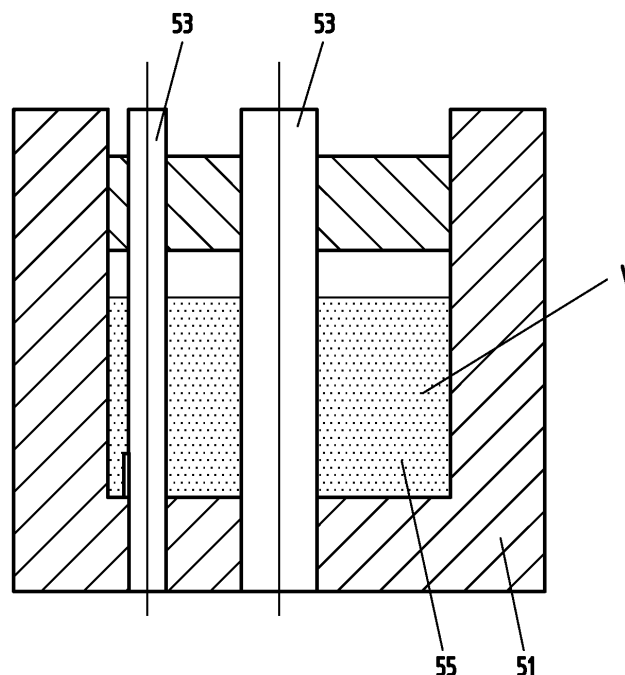


Fig. 17

EP 1 811 139 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verriegelungsöffnung eines Rotors eines Nockenwellenverstellers, insbesondere Verriegelungsöffnungen mit Verriegelungsstiften in schwenkmotorartigen Nockenwellenverstellern.

[0002] Moderne Kraftfahrzeuge werden heutzutage in der Regel mit einem oder mehreren Nockenwellenverstellern ausgestattet. Nockenwellenversteller sind rotatorische Übertragungselemente, die den relativen Phasenwinkel zwischen einer antreibenden Welle und einer abgetriebenen Welle zueinander verstellen können. Für Verbrennungskraftmaschinen wird mittels des Nockenwellenverstellers die Öffnungs- und Schließzeit der Gaswechselventile in Bezug auf die Kurbelwelle, in der Regel hydraulisch, verstellt.

[0003] Besonders häufig vertreten sind Nockenwellenversteller, die nach einem schrägverzahnten Prinzip arbeiten, und Nockenwellenversteller, die nach einem Schwenkmotorprinzip arbeiten. Während die Nockenwellenversteller mit einer Schrägverzahnung aufgrund der Schrägverzahnung eine gewisse Selbsthemmung oder Eigenverharrung aufweisen, sind die schwenkmotorbetriebenen Nockenwellenversteller so leichtgängig, dass für eine Vorzugsposition, die zum Beispiel bei einem Abschalt-, besonderem Lastzustand oder Startzustand der Verbrennungskraftmaschine eingenommen werden soll, ein gesonderter Verriegelungsmechanismus vorgesehen werden muss.

[0004] Es sind zahlreiche Verriegelungsmechanismen bekannt, die häufig mit den Worten zu beschreiben sind, dass ein Stift in dem Rotor ausfahrbar gelagert ist, und so das rotatorisch lose gelagerte zweite Bauteil des Nockenwellenverstellers, den Stator, mit dem Rotor in einen Eingriff bringen kann. Während der Eingriffszeit hat der Hydraulikdruck in den sich zwischen dem Rotor und dem Stator bildenden Hydraulikkammern keinen Einfluss auf die Lageveränderung des Rotors zum Stator. Rotor und Stator drehen während der Verriegelung in ihrer Versperroption nahezu synchron zueinander, angetrieben durch einen externen Antrieb.

[0005] Wenn die Verriegelung eingefahren ist, das ist der Zustand, zu dem Rotor und Stator frei bewegbar in einem gewissen Winkelverhältnis zueinander vorhanden sind, führt eine relative Druckdifferenz zwischen entgegengesetzt wirkenden Hydraulikkammern zu einer Relativverdrehung der abgetriebenen Welle gegenüber der angetriebenen Welle.

[0006] In der Patentliteratur gibt es zahlreiche Überlegungen, wie eine Verriegelungsöffnung und ein geeigneter Verriegelungsstift ausgestaltet werden können, damit ein Eingriff zwischen Rotor und Stator unter verschiedenen Betriebsbedingungen, wie Heisslauf, Leerlauf, Drucklosigkeit, erfolgreich selbst bei hohen Verstellgeschwindigkeiten sichergestellt werden kann. Viele Entwürfe haben vor allem, aufbauend auf die jeweilige Rotorherstellertechnik, ein besonders ausgeklügeltes Design im Auge, um zum Beispiel Geräuschverhalten, Fehlertoleranz oder erhöhte Beweglichkeit zu ermöglichen. Beispielsweise mögen die folgenden Druckschriften hierzu angeführt sein, DE 196 06 724 A1 der INA Wälzlager Schaeffler KG, die DE 196 23 818 A1 der Nippondenso Co, die DE 197 42 947 A1 der DENSO Corporation, die DE 100 38 082 A1 der DENSO Corporation, die DE 101 49 056 A1 der DENSO Corporation und die JP 2001050018 A der DENSO Corporation. In vielen Druckschriften sind Verriegelungsöffnungen zu sehen, die als Sackloch ausgestaltet sind. Besonders gut ist die Bohrungssacklochbildung im Bereich der Bezugszeichen 19 und 51 in den Figuren der US 5 960 757 der Nippondenso Co. Ltd. zu sehen.

[0007] Daraus ist abzuleiten, dass der Rotor zunächst in einem ersten Herstellschritt zur Erzeugung seiner Außenabmessungen durch Abschneiden von einem Strangpressprofil oder durch Drehen hergestellt wird, und in einem nächsten Schritt ein Sackloch in den Flügel des Rotors gebohrt wird. Im Ergebnis führt es dazu, dass das Bauteil Rotor mehrmals umgespannt werden muss, wodurch sowohl der Bearbeitungsaufwand steigt, wie auch mit jedem Bearbeitungsschritt die Fehleranfälligkeit erhöht wird. Weiterhin ist ein erhöhter Materialaufwand gegeben, weil zum Beispiel nach einer gewissen Anzahl an Bohrungen der Bohrer getauscht werden muss.

[0008] Die Benutzung einer Stufenbohrung, oder eventuell auch einer zweiseitigen Bohrung bzw. geeigneter anderer mechanisch abhebender Herstellformen, zum Einbau von Teilen eines Verriegelungsmoduls mit Verriegelungsstift kann dem deutschen Patent DE 10 2005 004 281 B3, angemeldet am 28.01.2005 für die Patentinhaberin Hydraulik-Ring GmbH, aus der Figur 5 entnommen werden. Das dazugehörige Patentfamilienmitglied US 2006 201 463 A1 zeigt auf, dass sämtliche Abmessungen, die näher beschrieben werden, im vorderen Teil des Stifts und im Bereich des Aufnahmelochs für den Stift, in dem Stator, jedoch nicht im Bereich des Führungsloches zu finden sind.

[0009] In der DE 102 13 831 A1, auch veröffentlicht als US 2002 139 332 A1, der Denso Corp., zurückgreifend auf Prioritäten aus dem Jahr 2001 und 2002, werden zahlreiche akademische Übungen dargestellt, wie mit mehreren Kolben ein Verriegeln eines Nockenwellenverstellers einer unkontrolliert abgeschalteten Verbrennungskraftmaschine möglich sein soll, das die Einnahme einer Nacheilposition der angeschlossenen Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle verhindern soll. So zeigt das schematische Beispiel aus Figur 9 eine Konstruktionsübung, deren praktische Umsetzbarkeit im Automobilbau zahlreiche Schwierigkeiten vorfindet. Einer der Kolben ist in dem Stator angeordnet und daher ortsfest. Der Rotor ist zum Teil in Bereich der Hülse des Kolbens selbst in der Anschlagsposition etwas beabstandet.

[0010] Das Verwenden eines Rings als Einsatzstück in den Stator, vor dem Prioritätstag, dem 16.05.2003, der US-Anmeldung US 2004/0226527 A1 durch Delphi Technologies Inc. schon häufig in der Fachwelt verwendet, als Zentrierhilfe ist mit einem großen Spiel behaftet, damit der Verriegelungsstift bei höheren Winkelgeschwindigkeiten überhaupt eine Fangwahrscheinlichkeit aufweist. Der Ring führt hierbei aber nicht den Verriegelungsstift im Sinne der vorliegenden

Erfindung, sondern hat nur leichte Arretieraufgaben.

[0011] In der US 2001/054406 A1 (Anmelder: Okada et. al.), insbesondere Absatz 36, wird beschrieben, dass zur Gleitführungsverbesserung des Stifts eine Gleithülse in den Rotor eingepresst werden kann.

[0012] Vorteilhaft ist es, einen Verriegelungsmechanismus zu entwerfen, der auch tatsächlich als automobiltaugliches Teil hergestellt werden kann. Wobei das Problem nicht aus dem Auge verloren wird, mit möglichst wenigen und einfach gestalteten Teilen eine Verriegelung, vorzugsweise in einem Rotorflügel, so zu gestalten, dass der Verriegelungsmechanismus zuverlässig einfach fertigbar oder herstellbar ist.

[0013] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch einen Rotor nach Anspruch 1 gelöst, Anspruch 9 zeigt auf, wie ein erfindungsgemäßer Nockenwellenversteller gestaltet ist, und nach Anspruch 10 ist ein geeignetes Herstellverfahren beschrieben.

[0014] Der Rotor eines Nockenwellenverstellers liegt häufig im Inneren des Stators, der mit entsprechenden Abdeckungen eine abgeschlossene Kammer bildet, wobei bei den Nockenwellenverstellern nach dem Schwenkmotorprinzip ein Zwischenraum zwischen Rotor und Stator gegeben ist, um Druckräume schaffen zu können, die ihrer Größe nach veränderlich sind. Im entriegelten Zustand verändern Rotor und Stator ihre Lage, wenn ein Hydraulikmedium, das in die Druckräume einleitbar ist, den Druck in bestimmten Druckräumen erhöht, während in den gegenwirkenden Druckräumen ein sich dazu relativ niedrigerer Druck einstellt. Um die Wirkung des Schwenkprinzips zu erhöhen, wird in der Regel eine Mehrzahl an Flügeln, zum Beispiel 5, gestaltet, die zwischen Stegen des Stators in einem gewissen Drehwinkel, wie zum Beispiel 20 bis 25 Grad, drehbar angeordnet sind. In manchen Flügeln sind Verriegelungsmechanismen vorgesehen, die einen Verriegelungsstift und eine Verriegelungsöffnung und weitere Bauelemente, wie zum Beispiel eine Feder, umfassen können. Unter Beaufschlagung eines entsprechenden Drucks, der einer Vorspannkraft entgegenwirken kann, fährt der Verriegelungsstift in seine zurückgezogene, die entriegelte Position, zurück. Die Flügel gehen häufig in einen Rotorkern über, der ein kreisrundes Gebilde darstellt und in den die abgetriebene Welle, wie zum Beispiel die Nockenwelle, eingreifen kann. Wenn der Rotor zum Stator so angeordnet ist, dass der Rotor in seiner Ruheposition liegt, ist der Verriegelungsstift über die Rotoroberfläche ausfahrbar. Die Verriegelungsöffnung selber ist ein durchgehendes Loch, das durch die Länge, vorzugsweise die Höhe, durchgehend, komplett, ohne Unterbrechung gegeben ist. Das durchgehende Loch hat wenigstens zwei unterschiedliche Querschnitte. Sollten die Querschnitte nahezu kreisrunde Öffnungen beschreiben, kann der mittlere Durchmesser bestimmt werden. Die Durchmesser weichen voneinander ab. Es bildet sich ein gestuftes Durchgangsloch. Hierbei können die Durchmesser so gewählt sein, dass sie teilweise überlagerte Kreisscheiben bilden können beziehungsweise dass einer der Durchmesser nahezu vollständig in den anderen Durchmesser aufgehen kann. Wahlweise können auch weitere Durchmesser gewählt werden, zum Beispiel ein sehr kleiner Durchmesser eines Halbkreises, der als Fortsatz des größten Durchmessers des zusammenhängenden Loches betrachtet werden kann. Genauso sind aber auch andere Formen, wie Ovale, geformte Öffnungen und Sternformen gelegentlich vorteilhaft, dann wird von einem Querschnitt gesprochen. Auf die Querschnitte ist die Beschreibung der Durchmesser äquivalent anzuwenden.

[0015] Eine günstige Gestaltung des Durchgangslochs ist gegeben, wenn sich der größere Querschnitt aus dem Durchmesser eines kreisrunden Loches zuzüglich dem Abstand einer seitlichen Ausbuchtung ergibt. Die seitliche Ausbuchtung erstreckt sich nach einer Ausgestaltung nur über wenige Winkelgrad, z. B. weniger als 15° oder 20°, des größeren, kreisrunden Lochs. Im Schnitt sieht das Durchgangsloch im Bereich des größeren Querschnitts wie ein mathematisches Fraktal mit zwei Zentren bzw. ein aus zwei Kugeln bestehender Schneemann aus.

[0016] Im Sinne dieser Erfindung wird als Durchmesser der Abstand von einer Stelle an der Wand zu einer nächsten gewählten Stelle, vorzugsweise genau gegenüberliegend, bezeichnet. Wenn das Durchgangsloch durch zwei unterschiedliche Durchmesser charakterisiert ist, so bedeutet es, dass in dem Abschnitt des zweiten Durchmessers zwei Punkte auf der Wand des Durchgangslochs gefunden werden können, die eine andere Entfernung aufweisen, als sämtliche Entfernungsmessungen in dem Teil des Durchgangsloches des ersten Abschnitts.

[0017] In die Verriegelungsöffnung wird eine Hülse eingebracht. Die Hülse befindet sich in einem Presssitz. Der Presssitz bildet sich zwischen Hülsenwand, vorzugsweise Außenwand, und Oberflächenwand der Verriegelungsöffnung in einem Kreisbogenabschnitt aus. In einem weiteren Kreisbogenabschnitt befindet sich die Hülse in einem freitragenden Zustand, so dass die Hülse als Trennwand dient. Die Hülse wird vollständig in den Rotor eingesteckt. Sie endet unterhalb der Oberfläche, alternativ an der Oberfläche, des Rotors, wobei die Hülse nicht vollständig durch die Höhe des Rotors durchgehend ist. Die Hülse selber ist ein einfacher kreisrunder Gegenstand, ohne zahlreiche Stufungen, also stufenlos. Durch die einfache Gestaltung des durchgehenden Loches der Verriegelungsöffnung und der einfachen Gestaltung der Hülse ist die Fehleranfälligkeit minimiert, weiterhin dazu beitragend ist die einfache Presssitzbildung, die eine einfache, definierte Einstecktiefe vorgibt.

[0018] Die kreisrunde Hülse dient als Gleitlager für den ausfahrbaren Verriegelungsstift. Sie ist mit einer glatten Oberfläche versehen, so dass der Verriegelungsstift leicht in dem Gleitlager aus- und einfahren kann. Ein Verkannten wird so unterbunden.

[0019] Das Einstecken der Hülse in ihren Presssitz kann weiterhin dadurch erleichtert werden, dass ein Anschlagsflansch an einem Ende, vorzugsweise an dem Ende zur Oberfläche des Rotors näheren Seite, vorhanden ist, so dass

eine maximale Einpresstiefe vorgegeben ist. In einem solchen Fall kann vorteilhafter Weise die Verriegelungsöffnung als zweigestufte Durchgangsöffnung gestaltet sein. Die erste Stufe liegt sehr nahe an der Oberfläche, sie liegt so weit innerhalb des Flügels des Rotors wie die Dicke des Anschlagsflansches ist. Die nächste Stufe liegt so weit innerhalb des Flügels, dass die eingepresste Hülse, die mit der Oberfläche abschließt, nicht bis an die Stufe gelangt.

[0020] Die Hülse im Rotor bildet mit ihrem nicht im Presssitz liegenden Abschnitt eine Trennwand, die einen Versorgungskanal von der Gleitfläche des Verriegelungsstiftes trennt. Der Versorgungskanal führt zu einer Manschette des Verriegelungsstiftes. Nach einem Ausführungsbeispiel stößt der Verriegelungsstift mit der Manschette gegen die Hülse. Hierdurch übernimmt die Hülse mehrere Funktionen, eine kanalbildende Funktion, eine Gleitfunktion und eine oder mehrere Anschlagsfunktionen. Der Begriff Manschette wird in der vorliegenden Erfindungsbeschreibung in dem Sinne verstanden, dass damit ein hydraulisch unterdrückbarer Bogen bezeichnet wird, der sich zum Beispiel im Übergang einer Nut zu dem Kopf des Verriegelungsstiftes herausbildet. Die Nut ist als Hydraulikmediumaufnahme gestal-

tet, in den das Hydraulikmedium einströmt, um mittels Druck den Verriegelungsstift aus der Verriegelungsöffnung zu heben. Die Manschette ist der Bereich des Stiftes, der bogenförmig sein kann, unter den das Öl als Hydraulikmedium, das in der Nut vorhanden ist, untergreifen kann.

[0021] Der Versorgungskanal ist länger als die Hülse. Jedoch ist der Versorgungskanal nicht komplett durch den Flügel durchgehend. Er endet in einer mittleren Zone, innerhalb des Flügels. Der Versorgungskanal kann vorteilhafterweise durch den zweiten, kürzeren Durchmesser dargestellt werden. Die Hülse hat die Länge, dass sie vorzugsweise den Schaft des Verriegelungsstiftes vollständig umschließen kann, wenn der Schaft in seiner ausgefahrenen Position teilweise aus dem Flügel herausragt. Die Hülse ist in diesem Zustand als Stützhülse zu betrachten. Die Hülse hat die Länge, dass ein Unterströmbereich der Manschette verbleiben kann. Der Versorgungskanal steht in Bezug auf ein Hydraulikmedium kommunikativ mit einem Anströmkanal in Verbindung, der wiederum aus einem Druckraum zwischen Rotor und Stator des Nockenwellenverstellers versorgbar ist. Das beschriebene Design trägt zur Versorgungssicherheit des Verriegelungsstiftes bei.

[0022] In einem alternativen Ausführungsbeispiel ist aus der Hülse eine nahezu viereckige Einkerbung ausgeklinkt, die als Durchbrechung des Hydraulikmediums von dem Versorgungskanal zu dem Unterströmbereich des Pins dient. Der Versorgungskanal hat eine Länge. Die Länge kann kürzer sein als die Länge der Hülse. Sie kann aber auch ungefähr die Länge der Hülse haben. Die Länge ist also kürzer oder hat bis zur gleichen Länge wie die Länge der Hülse, wobei die Hülse mit einer Ausklinkung oder Einstanzung an einem der beiden Enden im Bereich zu dem Versorgungskanal versehen ist.

[0023] Wird der Rotorflügel in einzelne Schichten zerlegt, so ist festzustellen, dass die unterschiedlichen Durchmesser in unterschiedlichen Schichten des Flügels gegeben sind. Anfangend von einer Seite des Rotors können zunächst alle Durchmesser dort gefunden werden, mit fortlaufender Richtung auf die gegenüberliegende Seite des Rotors sind einzelne Durchmesser als Öffnungen nicht mehr zu finden.

Zur besonderen Herstellbarkeit des Rotors trägt es bei, wenn der Rotor ein gesintertes Bauteil ist.

[0024] Rotor und Stator bilden zusammen mit weiteren Bauteilen einen Nockenwellenversteller. Der Rotor, der als gesintertes Teil ausgeführt sein kann, liegt leichtgängig und gleichzeitig abtriebsfest im Stator des Nockenwellenverstellers, der für den Verriegelungsstift, der in der Hülse leichtgängig läuft, ein Aufnahmeloch bietet.

[0025] Ein geeignetes Herstellverfahren eines Rotors eines erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellers besteht darin, dass zunächst eine Rotorsinterform mit ungefähr der doppelten bis dreifachen, vorzugsweise 2,5-fachen Menge Metallpulver beladen wird, besonders gerne in Richtung auf die Höhe des Rotors. Die Höhe des Rotors ist die kurze Seite des Rotors. Das Metallpulver wird gesintert, wobei die Rotorsinterform einen Stempel umfasst, der wenigstens zwei unterschiedliche Durchmesser aufweist. Der Stempel schafft die Verriegelungsöffnung. Unter den Begriff Stempel fällt auch ein geteilter Stempel, dessen erster Teil die Verriegelungsöffnung schafft und dessen zweiter Teil die Ausbuchtung für den Versorgungskanal schafft. Eine andere Stempelform besteht aus einer Kontur, durch die beide Längsöffnungsformen gleichzeitig, innerhalb eines Arbeitsvorgangs geschaffen werden können. Während des Sinterns wird gleichzeitig die Verriegelungsöffnung geschaffen. Hernach wird die Hülse, die unter anderem als Lager fungieren kann, bündig in den Flügel des Rotors eingepresst, damit jenseits der Hülse ein Versorgungskanal gebildet wird, während diesseits, innerhalb der Hülse, die Lauffläche für den Verriegelungsstift geschaffen ist. Von der anderen Seite, von der Seite, von der die Hülse nicht eingebracht worden ist, die Hülse abgewandte Seite, wird der Verriegelungsstift eingebracht, der eine umlaufende Horizontalmanschette hat. Die umlaufende Horizontalmanschette liegt abgewinkelt zur Bewegungsrichtung, der Ausfahrrichtung, des Verriegelungsstiftes. Die Horizontalmanschette befindet sich in dem Abschnitt, der der Hülse abgewandt ist.

[0026] Zwischen dem Sinterschritt und dem Einpressen der Hülse kann ein Kalibrieren und vorzugsweise ein Schleifen der Oberflächen, insbesondere ausschließlich der Stirnflächen, des Rotors durchgeführt werden. Wenn die Oberfläche nicht sehr scharf umrissen durch die Sinterform herstellbar ist, hilft das Kalibrieren und gegebenenfalls die Oberflächenbehandlung durch ein Abtragsverfahren wesentlich, um eine Maßhaltigkeit sicherzustellen.

[0027] Ein Vorteil des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass der Rotor inklusive seiner Öffnung für die Aufnahme von Verriegelungselementen in einem einzigen Schritt umfassenden formgebenden Herstellverfahrens geschaf-

fen wird, wobei die Oberfläche des Rotors inklusive seiner Einbuchtungen und Ausnehmungen während des Pressvorgangs gleichzeitig, zusammenhängend geschaffen wird. Eine nachträgliche Bohrbearbeitung, die materialabtragend Teile des Rotors entfernt, erübrigt sich durch die Außenkontur- und Innenkonturbildung des Rotors. Es bildet sich eine geschlossene Oberfläche des Rotors, die von den Stirnseiten des Rotors über die Verriegelungsöffnung bis zu den Querflächen des Rotors als geschlossener Weg ausgebildet reichen.

[0028] Wenn das fertige Verriegelungselement, ein Verriegelungsstift, eingebaut ist, kann sich nach einem Ausgestaltungsbeispiel dieses an einem Federteller über ein Federelement abstützen, der wenigstens ein teilweises, wenn nicht sogar vollständiges, Verschließen einer Seite der Oberfläche des Rotors bildet, so dass die zusammengesetzte Oberfläche aus zwei Teilen besteht, einem gesinterten Rotorflügel und einem eingelegten, fest mit der Rotor verbundenen, Federteller.

[0029] Die Erfindung kann dadurch noch besser verstanden werden, indem auf die Figuren 1 bis 10 Bezug genommen wird, wobei

Figur 1 einen Nockenwellenversteller mit konventioneller Bearbeitungstechnik zeigt,
Figur 2 einen Nockenwellenversteller nach Figur 1 aus einer gedrehten Perspektive darstellt,
Figur 3 einen Rotor eines Nockenwellenverstellers aus einer Draufsicht darstellt,
Figur 4 einen Schnitt durch einen Flügel eines Rotors nach Figur 3 darstellt,
Figur 5 einen Rotor ähnlich zu Figur 3 mit einem erfindungsgemäßen Versorgungskanal darstellt,
Figur 6 einen Schnitt durch einen Teil eines Flügels des Rotors nach Figur 5 darstellt,
Figur 7 einen zu Figur 6 ähnlichen Schnitt durch einen Teil eines Flügels eines Rotors mit geänderten Dimensionen,
Figur 8 eine Frontansicht eines Flügelteilschnittes eines Rotors nach Figur 5,
Figur 9 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rotors, und
Figur 10 einen Schnitt durch einen Flügel eines Rotors nach Figur 9 zeigt.

In den Figuren 11 bis 14 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel offenbart.

Die Figuren 15 und 16 zeigen eine weitere Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Hülse.

[0030] Ein erfindungsgemäßes Herstellverfahren wird in der Figuren 17 und 18 graphisch dargestellt.

Die Figur 19 zeigt ein erfindungsgemäßes Pinmodul, bei dem die Hülse zusammen mit dem Verriegelungsstift und weiteren Bauteilen einpressbar ist.

[0031] In den Figuren 1 und 2 ist ein geöffneter Nockenwellenversteller 1 mit einem Rotor 3 und einem Stator 2 dargestellt, der nach dem Prinzip eines hydraulischen Schwenkmotors arbeitet. Der Rotor 3 hat einen Rotorkern 7 und eine gewisse Anzahl, im vorliegenden Beispiel fünf, Flügel 5, die teilweise identisch zueinander gestaltet sein können. Manche Flügel 5 weisen noch zusätzliche funktionale Elemente auf, wie zum Beispiel Dämpfungsglieder, Hammerformen, Druckausgleichkanäle, Unterströmkanäle oder erhöhte Dichtlängen. Einer der dargestellten Flügel 5 ist mit dem zusätzlichen funktionalen Element Verriegelungsöffnung 11 ausgestattet. Dargestellt ist der Rotor 3 mit einem Flügel ohne seitliche Dämpfungsdrössel 6, der die Verriegelungsöffnung 11 aufweist, und vier Flügeln 5, die seitliche Dämpfungsdrösseln 6 aufweisen. Mit dem Begriff "seitlich" sind die in einem nahezu rechten Winkel zur Rotoroberfläche 13 befindlichen Seiten des Flügels gemeint, die häufig die kürzeren Seiten der Flügel darstellen. Vorstellbar ist aber auch, dass mehrere funktionale Elemente in einem Flügel vereint sind bzw. dass auch mehrere Flügel eine Verriegelungsöffnung 11 zeigen. Die Flügel 5 trennen unterschiedliche Druckräume 33, 34, die auf jeder kürzeren Seite des Flügels 5 ausgebildet sind und sich zwischen schwenkbaren Flügeln 5 und Stegen 4 formen. Durch das Verschwenken der Flügel 5 werden die Druckräume 33, 34, die als gegenläufig gestaltete, entgegengesetzt wirkende Kammern vorhanden sind, ihrer Breite nach verändert. Durch die Breitenveränderung geht eine Volumensänderung der Druckräume 33, 34 einher. Seitlich, zu einem der Druckräume 33, 34, führt ein Anströmkanal 29. Die Druckräume 33, 34 sind mit einem Hydraulikmedium 31, wie zum Beispiel Motoröl, gefüllt.

[0032] Die Verriegelungsöffnung 11 in den Figuren 1 und 2 ist nach einem konventionellen Bohrverfahren hergestellt. Das Resultat des Herstellverfahrens mittels zweifachen Bohren mit unterschiedlichen Bohrergrößen oder Stufenbohren durch einen einzigen Stufenbohrer zeigt eine Verriegelungsöffnung 11, in die eine Hülse 21, vorzugsweise per Presssitz, eingesetzt werden kann. Die Öffnungen mit unterschiedlichen Durchmessern endet mit einem anderen Durchmesser auf der einen Seite des Flügels 5, der Rotoroberfläche 13, als auf der anderen, gegenüberliegenden Seite 14 des selben Flügels 5. Die Verriegelungsöffnung 11 liegt ungefähr mittig auf der Rotoroberfläche 13 des einen Flügels 5, der die Breitseite des Rotors 3 darstellt. Der größte Teil der Flügelbreite ist durch die Bohrung aus dem Flügel 5 herausgenommen. Die unterschiedlichen Durchmesser liegen im Wesentlichen koaxial parallel zur Nockenwellenachse. Die Hülse 21 weist einen Anschlagsflansch 23 auf. Die Verriegelungsöffnung 11 ist durch die Höhe H des Rotors 3, die die kürzere Höhe darstellt, durchgehend. Die Verriegelungsöffnung 11 ist gestuft. Die Stufe ist das Resultat eines gestuften Bohrens. Der Anschlagsflansch 23 der Hülse 21 liegt auf der Stufe auf. Von der Seite, die die Höhenseite des Rotors 3 ist, weist ein Versorgungskanal 27 aus einem Druckraum 33 in die Verriegelungsöffnung 11. Der Versorgungskanal 27 befindet sich auf ungefähr der halben Höhe des Rotors 3. Der Versorgungskanal 27 mündet an der Stufe der Verriegelungsöffnung

11. Die Verriegelungsöffnung 11 ist ein kreisrundes Durchgangsloch. Die Hülse 21 hat einen solchen Außendurchmesser, der größer ist als der Bohrdurchmesser des Abschnitts mit dem kleineren Öffnungsdurchmesser. Die Hülse 21 sitzt im Presssitz in dem Öffnungsabschnitt mit dem kleineren Durchmesser. Der Anschlagsflansch liegt auf der Schulter, die sich zwischen den beiden aufeinander folgenden Durchmessern bildet, auf.

5 **[0033]** In Figur 3 ist der Rotor 3 ohne seinen Stator 2 in einer Frontalansicht dargestellt, der eine der großflächigen Rotoroberflächen 13 dem Betrachter zeigt. Um den Rotorkern 7 herum sind Flügel 5 gleichverteilt über seinen Umfang angeordnet. In dem Flügel, der seitlich, abgewinkelt von der Rotoroberfläche 13 ohne weitere Konturen, nur durch eine senkrechte, glatte, kürzere, nahezu viereckige Fläche versehen ist, ist die durchgehende Verriegelungsöffnung 11 mit ihrem Verriegelungsstift 9 angeordnet, die sich von einer Rotoroberfläche 13 auf die gegenüberliegende Rotoroberfläche 13 erstreckt. Der Stift 9 läuft in der Hülse 21.

10 **[0034]** Die Verriegelungsöffnung 11 ist in größerem Detail in Figur 4 dargestellt. In der Verriegelungsöffnung 11 ist der Verriegelungsstift 9, der eine Manschette 10 und einen Schaft 12 umfasst, gleitbeweglich gelagert. Der Verriegelungsstift 9 wird in das durchgehende Loch 19 eingesetzt, das zwei unterschiedliche Durchmesser 15, 17 aufweist, die in unterschiedlichen Schichten S, S', S'' liegen. Die Manschette 10 hat einen größeren Durchmesser als der Schaft 12. Manschette 10 und Schaft 12 liegen übereinander in der gleichen Flucht auf der gleichen Achse, sie sind coaxial, einstückig ausgebildet. Die Verriegelungsöffnung 11 läuft von der einen Seite der Rotoroberfläche startend mit einem Querschnitt, der so groß ist, dass er den Schaft führend aufnehmen kann, bis zu ungefähr der Höhenschicht des Flügels, in der ein seitlicher Anströmkanal 29 mündet. Unterhalb des Unterströmbereichs 35 verjüngt sich der Querschnitt der Verriegelungsöffnung 11 auf den Querschnitt des Schafts 12. Die Verjüngung kann durch eine runde, rotatorisch ausgeglichenen, den gesamten Umfang überspannende Hülse geschaffen werden. Durch die Hülse bildet sich eine gestufte Verriegelungsöffnung, deren Querschnitte entlang der Höhe H auf den Schaftquerschnitt verengt werden. Der Stift 11 bewegt sich in der Ausfahrriichtung R.

15 **[0035]** Wie aus der Draufsicht aus Figur 3 leicht entnehmbar ist, hat die Hülse 21 einen kleineren Durchmesser als die breiteste Stelle der Verriegelungsöffnung 11 und einen größeren Innendurchmesser als der Außendurchmesser des Schafts 12 des Verriegelungsstifts 9. Der unter die Manschette 10 reichende Anströmkanal 29 leitet Hydraulikmedium unter die Manschette 10, damit das Hydraulikmedium die Manschette und damit den daraus hervorgehenden Stift in dem Raum des breiteren Durchmessers der Verriegelungsöffnung 11 vorzutreiben.

20 **[0036]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in den Figuren 5 bis 8 zu sehen. Ähnliche Teile wie in den Figuren 3 und 4 mögen aus Lesbarkeitsgründen ähnlich erläutert sein, als schon zuvor ausgeführt. In einem Flügel 5 der aus dem Rotorkern 7 hervorgehenden Ausbuchtung ist wiederum die Verriegelungsöffnung 11 mit ihrem Verriegelungsstift 9 vorhanden. Die Verriegelungsöffnung 11 sieht insgesamt etwas komplizierter aus, als das Ausführungsbeispiel der Figuren 3 und 4, wobei die Herstellung der dargestellten Form ebenso einfach durchgeführt wird. Die Grundform der Verriegelungsöffnung 11 ist ein kreisrundes Loch mit einer seitlichen, z. B. auf die Flügelaußenseite oder auf die flügelfernste Seite ausgerichtete, Ausnehmung, die vorzugsweise ebenfalls über die gesamte Rotorhöhe vorhanden ist. Die Durchbrechung sieht von der Stirnseite wie ein Fraktal mit zwei Mittelpunkten aus. Die Hülse 21 ist in der Durchbrechung eingesetzt. Die Hülse 21 bildet einen inneren, für den Schaft 12 des Verriegelungsstifts 9 ausgebildeten, Gleitlagerbereich und einen äußeren Bereich, der als Versorgungskanal 27 mit deutlich kleinerem Durchmesser als der des Verriegelungsstifts 9 ausgestattet ist. Der Versorgungskanal 27 mündet ungefähr mittig in dem Flügel 5 in den Unterströmbereich 35 des Verriegelungsstifts 9. Der Unterströmbereich 35 ist wenigstens teilweise umlaufend um den im Wesentlichen runden Stift durch eine Einstichtiefe gebildet, bevor die Manschette 10 des Verriegelungsstifts 9 kommt. Die Manschette 10, die eine horizontale Anschlagsmanschette darstellt, grenzt das Hydraulikmedium des Versorgungskanals und des Unterströmbereichs 35 gegen die auf den Verriegelungsstift 9 gegenüber liegende Druckseite ab. Die Hülse 21 sitzt in einem teilweise berührenden Presssitz in der Durchbrechung des Rotors 3, dessen freitragender Abschnitt gleichzeitig ein Teil des Versorgungskanals 27 ist. Weitere Teile des Versorgungskanals 27 werden durch die Wand 28, ausgebildet aus dem Flügel 5, gebildet. Die Hülse 21 übernimmt somit doppelfunktional zwei Aufgaben, die der Gleitlagerung und die der Ölführung.

Wie in der Figur 7 zu sehen ist, ist der Stift 9 durch die Feder 8 federvorgespannt.

25 **[0037]** In dem Ausführungsbeispiel nach Figur 9 und Figur 10 ist ein ähnlicher Aufbau wie in den Figuren 5 bis 8 dargestellt, wobei der länglich in der Höhe des Rotors 3 sich erstreckende Versorgungskanal 27 durch einen seitlichen, aus dem Flügel 5 hinausweisenden, Anströmkanal 29 ergänzt wird, der die Versorgung des Verriegelungsstifts 9, der abschnittsweise in der Verriegelungsöffnung 11 läuft, mit Hydraulikmedium aus einem der Hydraulikräume (siehe in den Figuren 1 und 2 die Bezugszeichen 33, 34) zwischen den Flügeln 5 des Rotors 3 ermöglicht. Der Anströmkanal 29 ist ein parallel begrenzter, auf dem kürzesten Wege ausgestalteter, flacher rechteckiger Kanal, der an der Hülse 21 bzw. einem der Enden 22 der Hülse 21 seinen Abschluss findet. Um unter die Manschette 10 mit ihrem Unterströmbereich 35 zu gelangen, durchläuft das Hydraulikmedium unterschiedliche Durchströmungsbereiche, deren Strömungsrichtungen im Vergleich zum Flügel 5 des Rotors 3 mehrfach umgelenkt werden. Die Umlenkungen tragen zu einer Druckfortpflanzung während Druckänderungen bei nahezu ruhendem Hydraulikmedium bei. Ein so beschriebener Flügel 5 hängt einfach oder mehrfach an dem Rotorkern 7. Der Schaft 12 des Stifts ist gleitgelagert auf der Innenseite der Hülse.

[0038] Das Ausführungsbeispiel der Figuren 11 bis 14 zeigt einen erfindungsgemäßen Rotor 3 mit fünf Rotorflügeln 5 um einen Rotorkern 7 herum, in dessen einem Rotorflügel 5 ein Verriegelungsstift 9 in einer Hülse 21 steckt. Die Hülse 21 wird in ihrer Einstecktiefe durch einen Anschlagsflansch 23 so begrenzt, dass die Hülse 21 mit ihrem Anschlagsflansch 23 oberflächenschlüssig mit der Rotoroberfläche 13 abschließt. Der Anschlagsflansch 23 ist an dem einen Ende 22 der Hülse 21 ausgebildet. Die gegenüberliegenden Oberfläche 14, die abgewandte Oberfläche 14, des Rotors 3 zeigt nur eine Verriegelungsöffnung 11. Die kreisrunde Hülse 21 hat einen ebenfalls kreisrunden Anschlagsflansch 23, der aber auch in einem alternativen Ausführungsbeispiel nur kreisbogenweise vorhanden sein kann. In dem in Figur 13 dargestellten Ausführungsbeispiel verengt der Anschlagsflansch 23 an der Oberfläche 13 des Rotors 3 den Anströmkanal 29 ein wenig. Der Versorgungskanal 27 erstreckt sich dann gleichmäßig bis in den Unterströmbereich 35. In der herausgefahrenen Stellung des Verriegelungsstifts 9 bleibt der Unterströmbereich 35 unterströmbar. Ein Teilabschnitt der Außenwand 25 der Hülse 21 bildet gleichzeitig einen Bereich der Innenwand des Versorgungskanals 27.

[0039] In den Figuren 15 und 16 ist eine alternative Ausgestaltung dargestellt. Insbesondere der Versorgungskanal 27 mit der Hülse 21 ist in seiner Länge etwas anders gestaltet als in den Ausführungsbeispielen zuvor. Die Hülse 21 hat eine Ausklinkung endlings. Am anderen Ende 22 der Hülse 21 ist eine Umbördelung in Richtung zur Außenwand 25 der Hülse 21 vorhanden. Durch die Ausklinkung in einem Kreisabschnitt der Hülse 21 ist eine Verbindung zwischen dem Versorgungskanal 27 und dem Unterströmbereich 35 des Verriegelungsstifts 9 geschaffen. Der Versorgungskanal ist kürzer oder gleich lang wie die Hülse. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass Fertigungstoleranzen leichter abgefangen werden können. Jedoch muss darauf geachtet werden, dass die Hülse immer richtig im Sinne ihrer Orientierung in die Verriegelungsöffnung 11 eingebracht wird. Die gesamte Anordnung befindet sich, so wie in den ähnlichen Ausführungsbeispielen, an einer geeigneten Stelle der Flügel 5.

[0040] In den Figuren 17 und 18 wird ein Sinterherstellverfahren eines Herstellschrittes eines erfindungsgemäßen Rotors 3 der Figuren 1 bis 14 in einer Rotorsinterform 51 mit Verriegelungsöffnung 11 zum späteren Einsetzen einer Hülse 21 dargestellt. Die Rotorsinterform 51 weist wenigstens zwei Stempel 53 auf, dessen größerer Stempel in der Mitte der Rotorsinterform 51 liegt. Er bildet die Achsanbindung des Nockenwellenverstellers an die Nockenwelle her. Seitlich durchstößt ein Stempel 53 den Rotor 3, der entweder mit einer Verdickung für den Versorgungskanal ausgestattet sein kann oder einen weiteren Teilstempel bietet. Das Metallpulver 55 wird nach dem Beladen der Rotorsinterform 51 kompaktiert. In der Regel wird ungefähr das doppelte Volumen V des Rotors 3 mit dem Metallpulver 55 befüllt. Das Metallpulver 55 wird so wie in Figur 16 dargestellt gepresst. Nachher kann die Hülse 21 eingepresst werden. Wenn der Verriegelungsstift 9 eingesetzt ist, ist der Rotor 3 nach einem optionalen Schleifvorgang fertig.

[0041] In Figur 19 wird ein Ausgestaltungsbeispiel offenbart, das als komplettes Modul 37 in das Durchgangsloch 19 des Rotors 5 im Presssitz einsetzbar ist. Von einer der beiden Rotoroberflächen 13, 14 startend richtet sich, so ähnlich wie auch in zuvor beschriebenen Beispielen, der Versorgungskanal 27 auf die horizontale Mitte des Rotors 5 aus. In dem Ausführungsbeispiel ist der Versorgungskanal 27 in einem nahezu oder tatsächlichen rechten Winkel zur Oberfläche 13 angeordnet. Der Versorgungskanal 27 formt sich als wenigstens teilweise vollständig umschlossener und abgeschlossener Kanal aus, dessen Wände sich aus einem Längsbereich der Hülse 5, der vorzugsweise nur ein kleines Kreissegment der Hülse 21 beansprucht und überdeckt, und aus innenliegenden Wänden des Rotors 5 des Durchgangslochs 19 ergeben. Somit ist eine Wand, nämlich die die Außenwand der Hülse 5 ist, gebogen. Endlings des Versorgungskanals 27, der nicht über die gesamte Höhe H des Rotors 5 geht, ist die Hülse durchbrochen oder unterbrochen, um das Hydraulikmedium 31 in den Unterströmbereich des Verriegelungsstifts 9, insbesondere in den Bereich unterhalb seiner Manschette 10, zu leiten. Die Hülse 5 erstreckt sich nach einer vorteilhaften Ausgestaltung nicht über die gesamte Höhe H, sondern die Enden 22 enden wenigstens auf einer Seite unterhalb der entsprechenden Oberfläche 13 oder 14. Der Versorgungskanal 27 wird von der Außenseite, der Außenwand 25, der Hülse 21 und den Wänden 28 des Lochs 19 begrenzt. Der Versorgungskanal 27 läuft parallel zur Hülse 5. Der breitere Durchmesser des Durchgangslochs 19 endet, so wie auch in zuvor diskutierten Beispielen, im Bereich, insbesondere unterhalb der maximalen Ausfahrposition der Manschette 10 des Verriegelungsstifts 9, um den Unterströmbereich 35 des Verriegelungsstifts 9 zugänglich zu machen.

[0042] Auch wenn nur einige Ausführungsbeispiele dargestellt worden sind, ist es verständlich, dass natürlich auch beliebige Kombinationen der Hülse 21 mit einer beliebigen Anzahl Verriegelungsöffnungen 11 in mehreren Flügeln 5 gewählt werden können, wobei manche Hülsen 21 mit und ohne Anschlagsflansch 23 ausgestattet sein können. Ein Vorteil in der Erfindung besteht darin, dass die Hülse mehrfach funktionell genutzt als einfaches Formteil leicht in dem Rotor einsetzbar ist, um eine Verriegelungsöffnung weiterzubilden und gleichzeitig den Verriegelungsstift zu führen. Der Rotor ist als Sinterteil herstellbar, wobei die Nachbearbeitungsschritte auf ein Minimum reduziert werden können. Zum Beispiel werden kaum noch Bohrbearbeitungen mit ihren Einspannvorgängen notwendig. Die Hülse 21 ist nicht nur ein Füllteil, sondern die Hülse 21 ist ein Führungsteil für den Verriegelungsstift 9, und die Hülse 21 ist ein Funktionsteil für die Bildung des Versorgungskanals 27 des Rotors 5.

[0043] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen neuen Rotor und ein entsprechendes Herstellverfahren für einen erfindungsgemäßen Rotor, bei dem eine Hülse als strukturelles Bauteil Ölführungsfunktionen neben Verriegelungsstiftlagerfunktionen übernimmt, wobei die Hülse mittels Presssitz in einem Flügel des Rotors oberflächenbündig

EP 1 811 139 A1

einsetzbar ist. Hierbei reicht die Hülse nach einem bevorzugten Ausgestaltungsbeispiel nicht vollständig von Oberfläche zu Oberfläche des Rotors, sondern sie endet unterhalb der Oberfläche.

Bezugszeichenliste

[0044]

1	Nockenwellenversteller
2	Stator
3	Rotor
4	Steg
5	Flügel
6	Dämpfungsdrössel
7	Rotorkern
8	Feder
9	Verriegelungsstift
10	Manschette des Verriegelungsstift, insbesondere Horizontalmanschette
11	Verriegelungsöffnung
12	Schaft
13	Rotoroberfläche
14	abgewandete Oberfläche
15	erster Querschnitt, vorzugsweise Durchmesser
17	zweiter Querschnitt, vorzugsweise Durchmesser
19	Loch
21	Hülse
22	Ende der Hülse
23	Anschlagsflansch
25	Außenwand der Hülse
27	Versorgungskanal
28	Wand
29	Anströmkanal
31	Hydraulikmedium
33	Druckraum, erster Typ
34	Druckraum, zweiter Typ
35	Unterströmbereich
37	Verriegelungsmodul
51	Rotorsinterform
53	Stempel
55	Metallpulver
H	Höhe
R	Ausfahrrihtung

(fortgesetzt)

S, S', S''	Schicht
V	Volumen

5

Patentansprüche

- 10 1. Rotor (3) eines Nockenwellenverstellers (1), insbesondere nach dem Schwenkmotorprinzip, mit einer Mehrzahl an Flügeln (5) und einem Rotorkern (7), von dem die Flügel (5) abgehen, und einem Verriegelungsstift (9), der in einer Verriegelungsöffnung (11) so geführt ist, dass er aus dem Rotor (3) über die Rotoroberfläche (13) ausfahrbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 15 die Verriegelungsöffnung (11) ein gestuftes, mit wenigstens zwei unterschiedlichen Querschnitten (15, 17) ausgestattetes, durch einen Flügel (5) des Rotors (3) durchgehendes Loch (19) ist, das eine Hülse (21) trägt, die durch ihre Außenwand (25) einen Versorgungskanal (27) bildet.
- 20 2. Rotor (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verriegelungsöffnung (11) abschnittsweise eine Hülse (21) trägt, die in einem Presssitz, der durch einen Kreisbogen zwischen Hülse (21) und Wand (28) der Verriegelungsöffnung (11) gebildet wird, fest in der Verriegelungsöffnung (11) unterhalb der Oberfläche (13) des Rotors (3) endend steckt, wobei die Verriegelungsöffnung (11) länger als die Hülse (21) ist.
- 25 3. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (21) eine kreisrunde Hülse (21) ist, die als Gleitlager für den ausfahrbaren Verriegelungsstift (9) dient, wobei insbesondere ein Anschlagflansch (23) an einem Ende (22), vorzugsweise an dem zur Oberfläche (13) des Rotors näheren Ende, eine maximale Einpresstiefe der Hülse (21) bestimmt.
- 30 4. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (21) durch ihre Außenwand (25) zusammen mit einer Wand (28) des Versorgungskanals (27) der Verriegelungsöffnung (11), die sich durch einen der beiden Querschnitte (15, 17) der Verriegelungsöffnung (11) bildet, einen Versorgungskanal (27), der zu einer Manschette (10) des Verriegelungsstifts (9) führt, formt.
- 35 5. Rotor (3) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungskanal (27) länger als die Hülse (21), aber kürzer als die Verriegelungsöffnung (11) ist, und die Hülse (21) vorzugsweise den Schaft (12) des Verriegelungsstifts (9) vollständig so umschließt, dass der im Flügel (5) verbleibende Teil des Schafts (12) durch die Hülse (21) abzüglich eines Unterströmbereichs (35) der Manschette (10) überspannt wird.
- 40 6. Rotor (3) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungskanal (27) eine Länge bis zur gleichen Länge der Hülse (21) aufweist, wobei die Hülse (21) mit einer Ausklinkung oder Einstanzung an einem der beiden Enden im Bereich zu dem Versorgungskanal (27) versehen ist.
- 45 7. Rotor (3) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungskanal (27) durch einen oberflächenseitig (13), insbesondere stirnseitig, vorhandenen Anströmkanal (29) mit Hydraulikmedium (31), insbesondere aus einem Druckraum (33) des Nockenwellenverstellers (1), versorgbar ist.
8. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnitte (15, 17) in unterschiedlichen Schichten (S) des Flügels auftreten.
- 50 9. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (3) ein gesintertes Bauteil ist.
10. Nockenwellenversteller (1) mit einem Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei insbesondere eine Statorinnenwand einen Anströmkanal (29) von einem Druckbereich auf den Versorgungskanal bildet.
- 55 11. Herstellverfahren eines Rotors (3) eines Nockenwellenverstellers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die folgenden Schritte umfassend:

- Beladen einer Rotorsinterform (51) mit einer Menge Metallpulver (55), die wenigstens das doppelte Volumen (V), insbesondere durch ein dargebotenes Volumen (V) in der Höhe (H) des Rotors (3), bildet,
- Pressen des Metallpulvers (55), wobei die Rotorsinterform (51) einen Stempel (53) mit wenigstens zwei unterschiedlichen Querschnitten (15, 17), vorzugsweise Durchmessern, umfasst, der die Verriegelungsöffnung (11) schafft,
- Sintern der gepressten Rotorform,
- bündiges Einpressen einer als Lager fungierenden Hülse (21), die einen Versorgungskanal (27) in dem Rotor (3) bildet, und
- Einbringen eines, insbesondere mit einer Feder (8) versehenen,

Verriegelungsstiftes (9), der eine umlaufende Horizontalmanschette (10) hat, die abgewinkelt zur Ausfahrriechung (R) des Verriegelungsstiftes (9) angeordnet ist, von der der Hülse (21) abgewandten Oberfläche (14) des Rotors (3).

- 12.** Herstellverfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Sinterschritt und dem Einpressen der Hülse (21) ein Kalibrieren und vorzugsweise ein Schleifen der Oberflächen (13), insbesondere abschließend der Stirnflächen, des Rotors (3) durchgeführt werden.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ.

1. Rotor (3) eines Nockenwellenverstellers (1), insbesondere nach dem Schwenkmotorprinzip, mit einer Mehrzahl an Flügeln (5) und einem Rotorkern (7), von dem die Flügel (5) abgehen, und einem Verriegelungsstift (9), der in einer Verriegelungsöffnung (11) so geführt ist, dass er aus dem Rotor (3) über die Rotoroberfläche (13) ausfahrbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Verriegelungsöffnung (11) ein gestuftes, mit wenigstens zwei unterschiedlichen Querschnitten (15, 17) ausgestattetes, durch einen Flügel (5) des Rotors (3) durchgehendes Loch (19) ist, das eine Hülse (21) trägt, die durch ihre Außenwand (25) einen Versorgungskanal (27) bildet, der sich länglich in der Höhe (H) des Rotors (3) erstreckt.

2. Rotor (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Verriegelungsöffnung (11) abschnittsweise eine Hülse (21) trägt, die in einem Presssitz, der durch einen Kreisbogen zwischen Hülse (21) und Wand (28) der Verriegelungsöffnung (11) gebildet wird, fest in der Verriegelungsöffnung (11) unterhalb der Oberfläche (13) des Rotors (3) endend steckt, wobei die Verriegelungsöffnung (11) länger als die Hülse (21) ist.

3. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (21) eine kreisrunde Hülse (21) ist, die als Gleitlager für den ausfahrbaren Verriegelungsstift (9) dient, wobei insbesondere ein Anschlagflansch (23) an einem Ende (22), vorzugsweise an dem zur Oberfläche (13) des Rotors näheren Ende, eine maximale Einpresstiefe der Hülse (21) bestimmt.

4. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (21) durch ihre Außenwand (25) zusammen mit einer Wand (28) des Versorgungskanals (27) der Verriegelungsöffnung (11), die sich durch einen der beiden Querschnitte (15, 17) der Verriegelungsöffnung (11) bildet, einen Versorgungskanal (27), der zu einer Manschette (10) des Verriegelungsstifts (9) führt, formt.

5. Rotor (3) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungskanal (27) länger als die Hülse (21), aber kürzer als die Verriegelungsöffnung (11) ist, und die Hülse (21) vorzugsweise den Schaft (12) des Verriegelungsstifts (9) vollständig so umschließt, dass der im Flügel (5) verbleibende Teil des Schafts (12) durch die Hülse (21) abzüglich eines Unterströmbereichs (35) der Manschette (10) überspannt wird.

6. Rotor (3) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungskanal (27) eine Länge bis zur gleichen Länge der Hülse (21) aufweist, wobei die Hülse (21) mit einer Ausklinkung oder Einstanzung an einem der beiden Enden im Bereich zu dem Versorgungskanal (27) versehen ist.

7. Rotor (3) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungskanal (27) durch einen oberflächenseitig (13), insbesondere stirnseitig, vorhandenen Anströmkanal (29) mit Hydraulikmedium (31), insbesondere aus einem Druckraum (33) des Nockenwellenverstellers (1), versorgbar ist.

8. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnitte (15,

17) in unterschiedlichen Schichten (S) des Flügels auftreten.

9. Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (3) ein gesintertes Bauteil ist.

10. Nockenwellenversteller (1) mit einem Rotor (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei insbesondere eine Statorinnenwand einen Anströmkanal (29) von einem Druckbereich auf den Versorgungskanal bildet.

11. Herstellverfahren eines Rotors (3) eines Nockenwellenverstellers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die folgenden Schritte umfassend:

- Beladen einer Rotorsinterform (51) mit einer Menge Metallpulver (55), die wenigstens das doppelte Volumen (V), insbesondere durch ein dargebotenes Volumen (V) in der Höhe (H) des Rotors (3), bildet,
- Pressen des Metallpulvers (55), wobei die Rotorsinterform (51) einen Stempel (53) mit wenigstens zwei unterschiedlichen Querschnitten (15, 17), vorzugsweise Durchmessern, umfasst, der die Verriegelungsöffnung (11) schafft,
- Sintern der gepressten Rotorform,
- bündiges Einpressen einer als Lager fungierenden Hülse (21), die einen Versorgungskanal (27) in dem Rotor (3) bildet, und
- Einbringen eines, insbesondere mit einer Feder (8) versehenen, Verriegelungsstiftes (9), der eine umlaufende Horizontalmanschette (10) hat, die abgewinkelt zur Ausfahrriechung (R) des Verriegelungsstiftes (9) angeordnet ist, von der der Hülse (21) abgewandten Oberfläche (14) des Rotors (3).

12. Herstellverfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Sinterschritt und dem Einpressen der Hülse (21) ein Kalibrieren und vorzugsweise ein Schleifen der Oberflächen (13), insbesondere ausschließlich der Stirnflächen, des Rotors (3) durchgeführt werden.

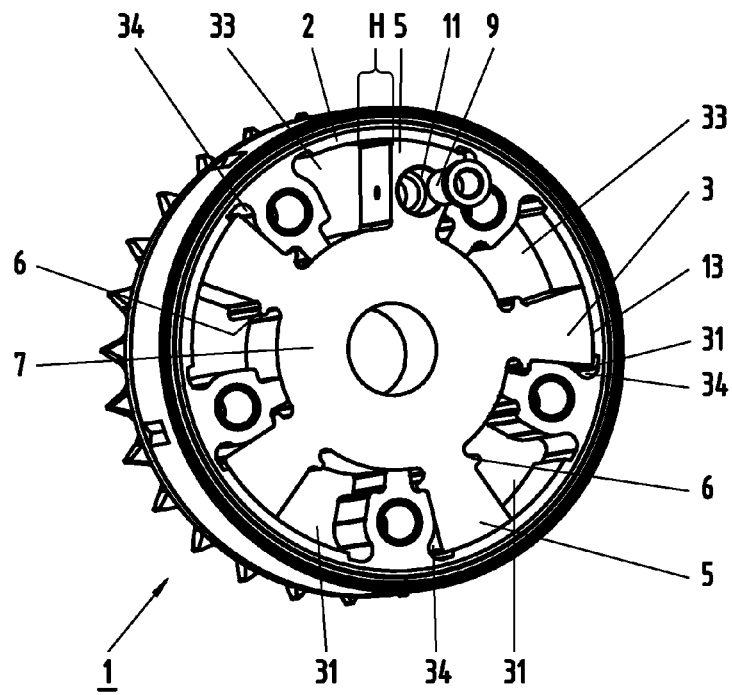


Fig. 1

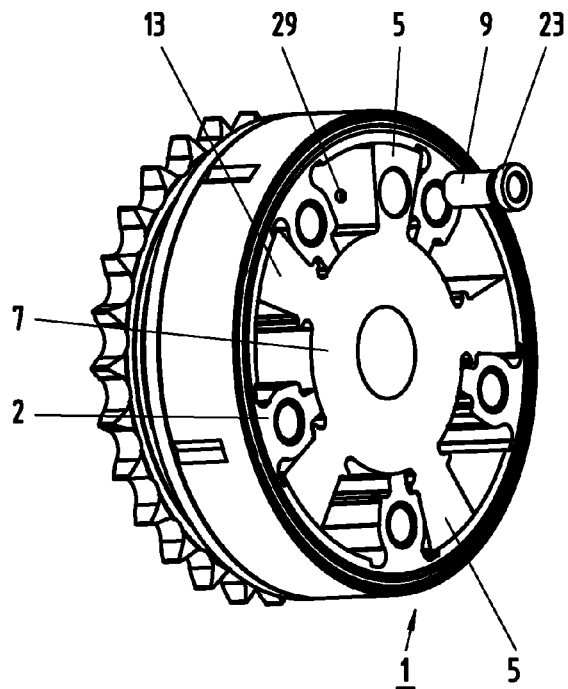


Fig. 2

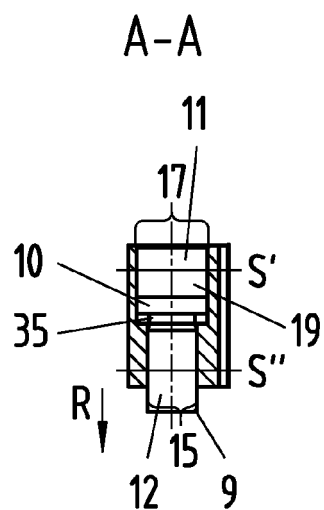
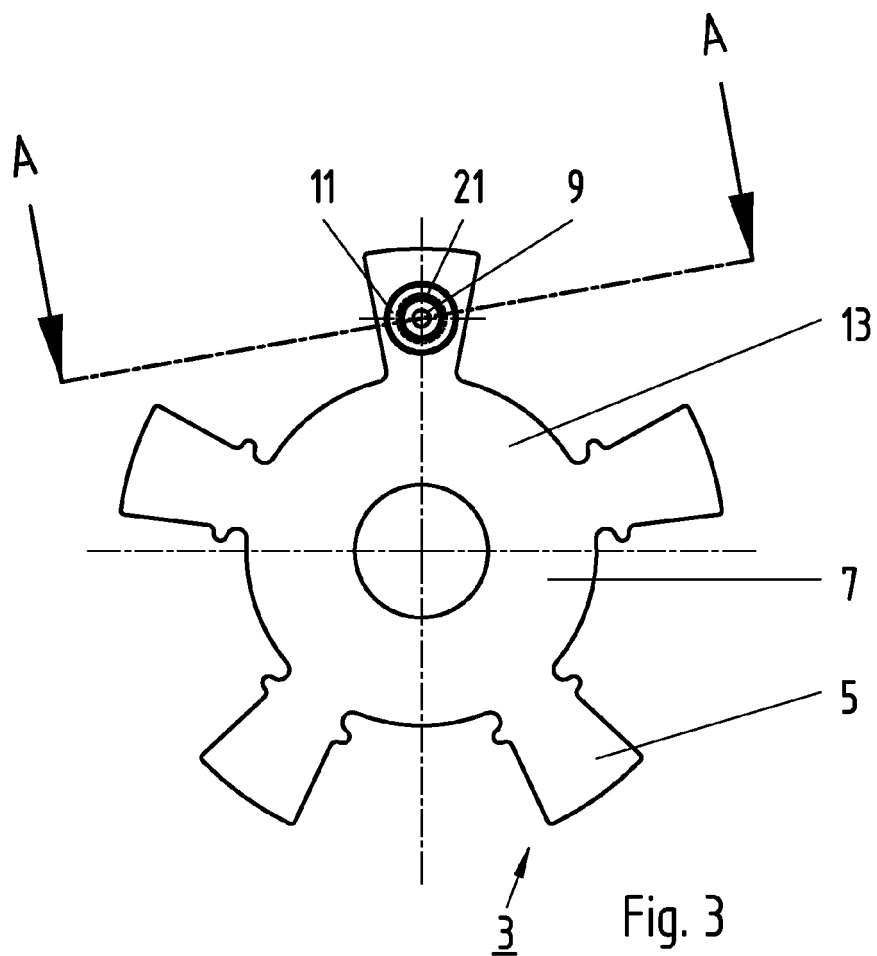


Fig. 4

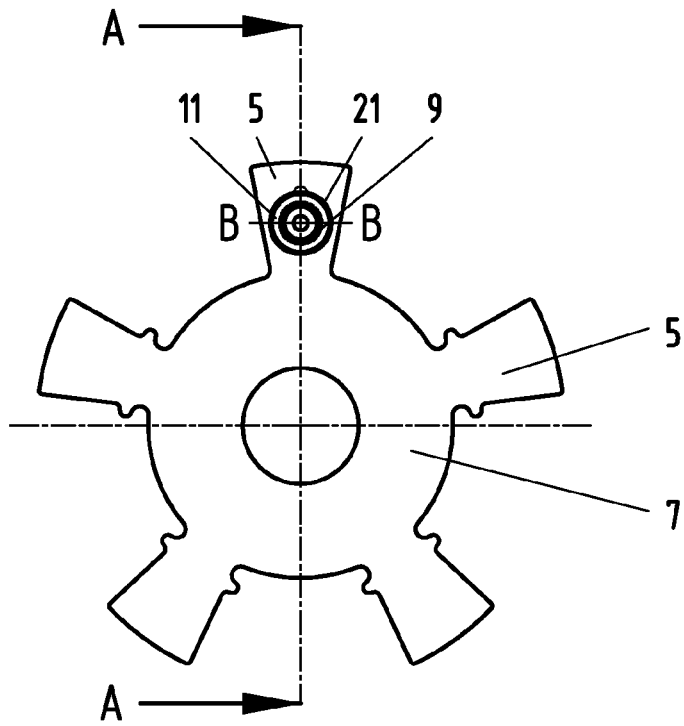


Fig. 5

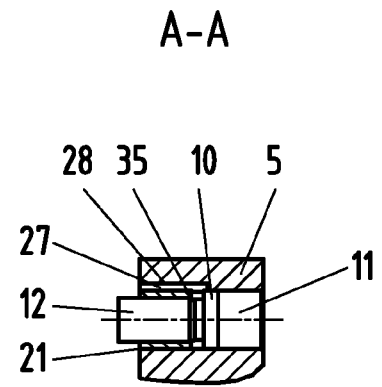


Fig. 6

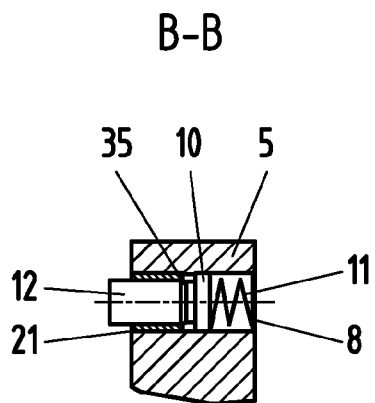


Fig. 7

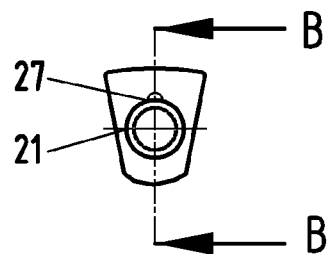


Fig. 8

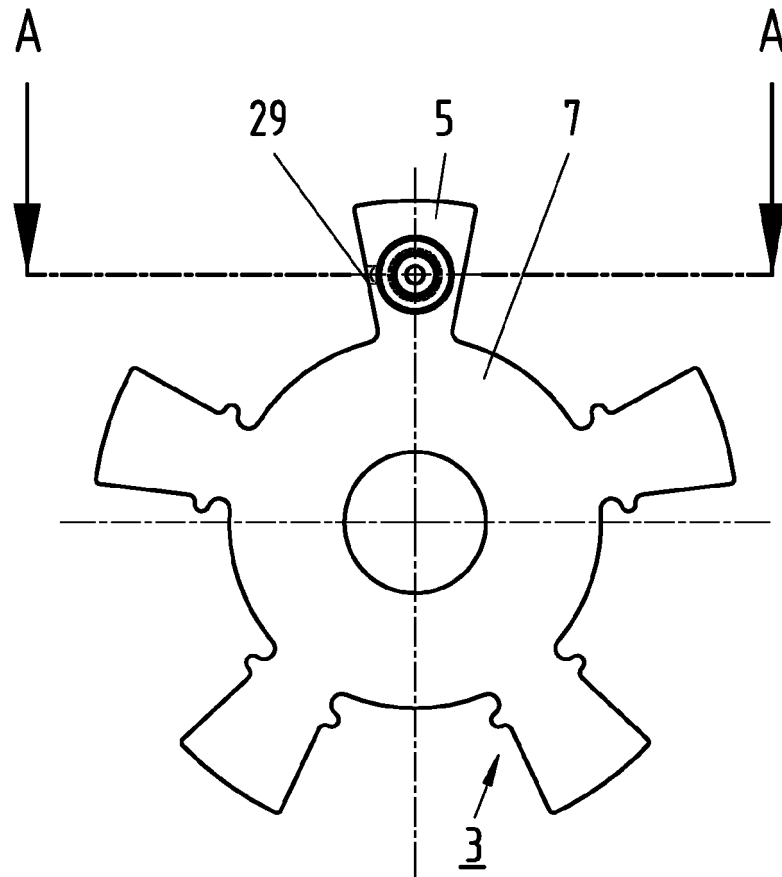


Fig. 9

A-A

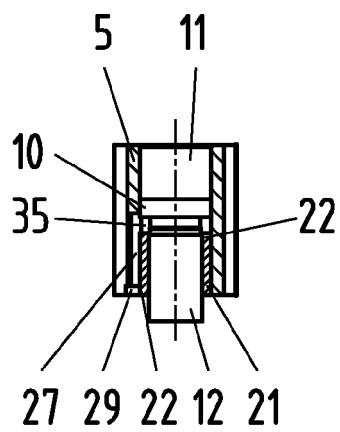


Fig. 10

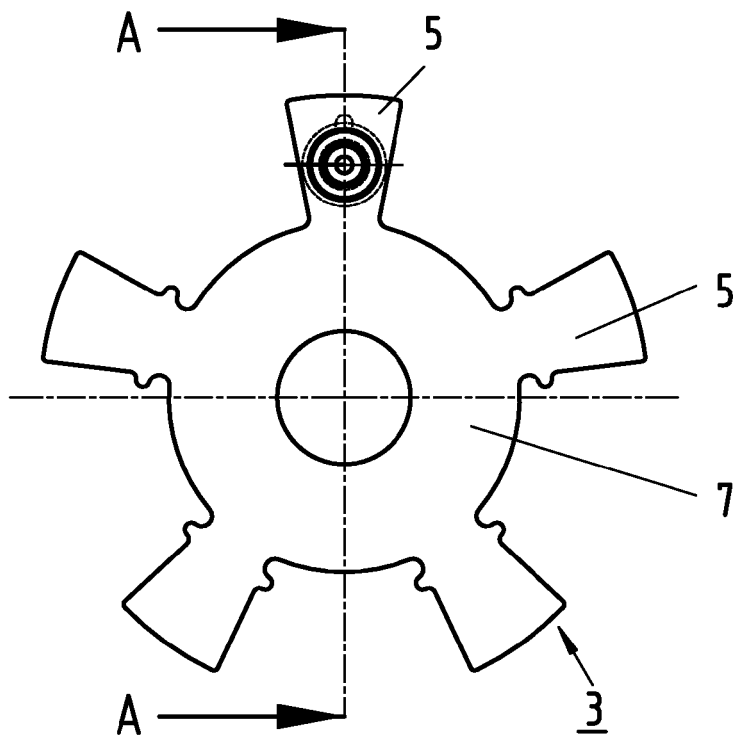


Fig. 11

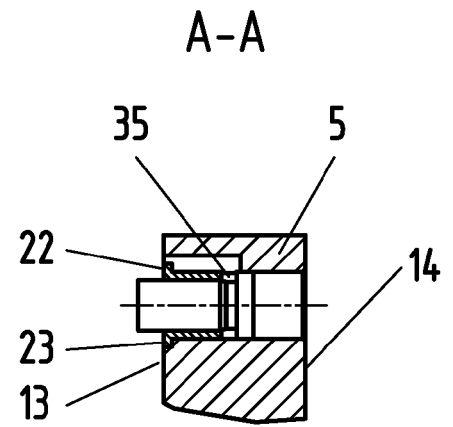


Fig. 12

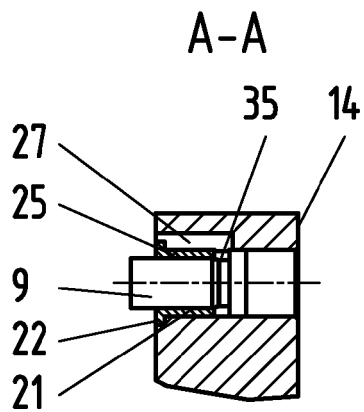


Fig. 13

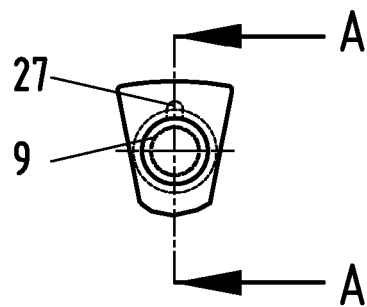


Fig. 14

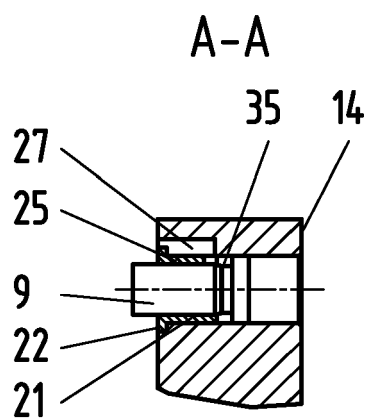


Fig. 15

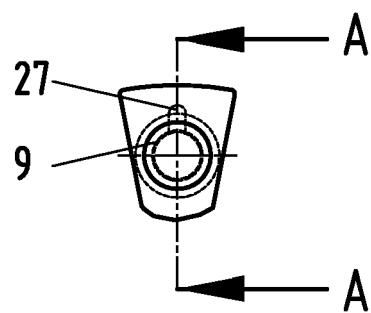


Fig.16

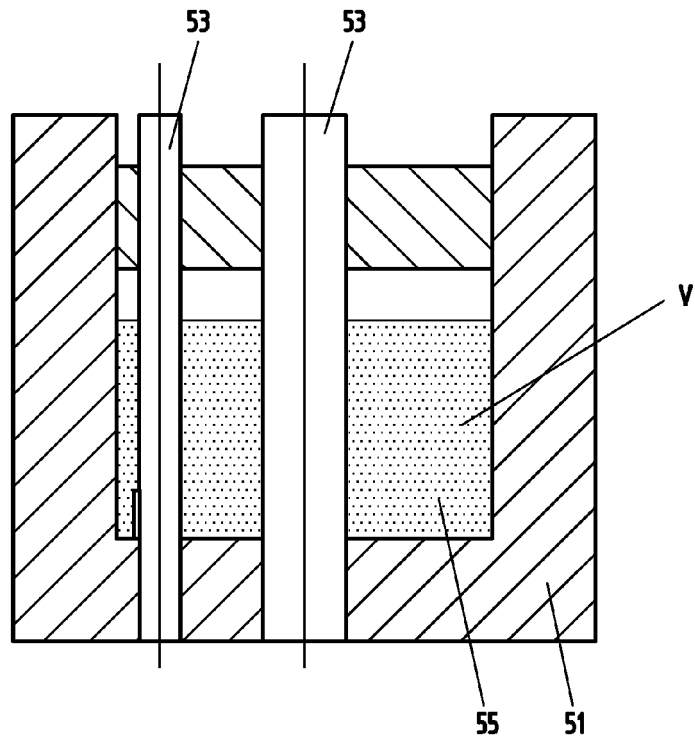


Fig. 17

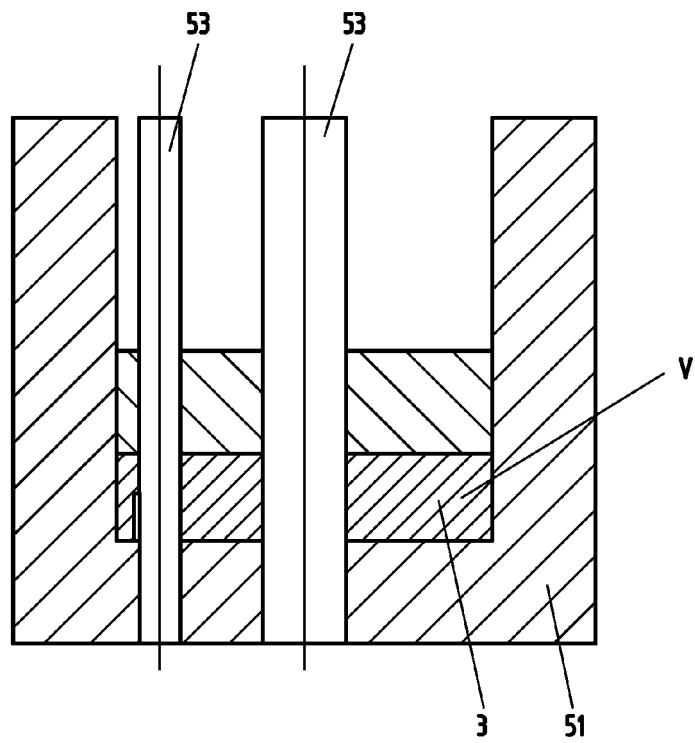


Fig. 18

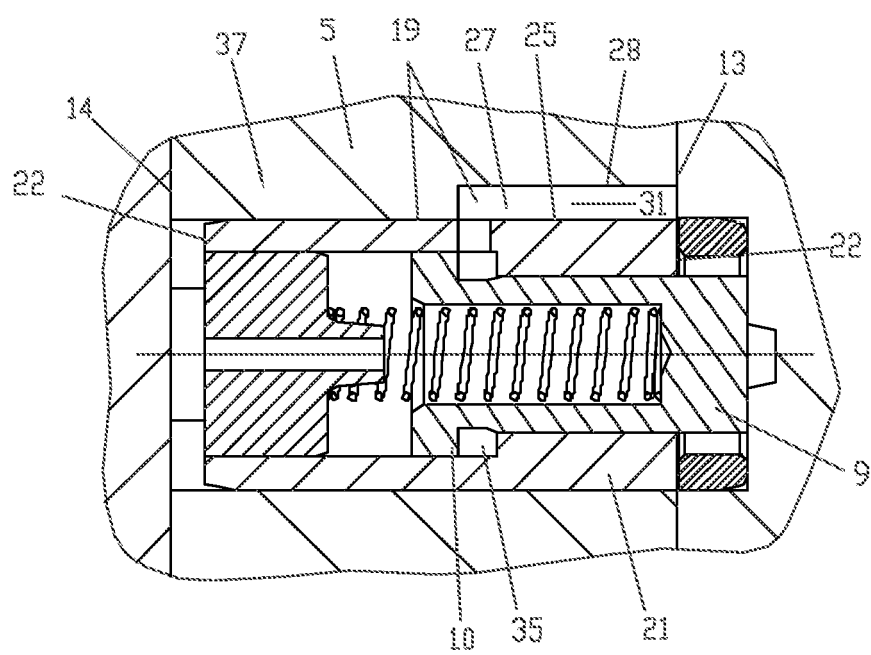


Fig. 19



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 10 0664

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 101 48 687 A1 (DENSO CORP [JP]) 27. Juni 2002 (2002-06-27)	1,2,4, 8-10	INV. F01L1/344
A	* Absätze [0005], [0040], [0041], [0043], [0068]; Abbildungen 1,2 *	11	B22F5/08
X	DE 100 38 082 A1 (DENSO CORP [JP]) 29. März 2001 (2001-03-29)	1	
X	* Abbildungen 3B,3C *		
X	US 5 960 757 A (USHIDA MASAYASU [JP]) 5. Oktober 1999 (1999-10-05)	1	
X	* Spalte 9, Zeile 5 - Spalte 10, Zeile 29; Abbildung 1 *		
X	DE 100 39 921 A1 (DENSO CORP [JP]) 5. April 2001 (2001-04-05)	1	
X	* Abbildungen 1-7 *		
D,A	DE 10 2005 004281 B3 (HYDRAULIK RING GMBH [DE]) 5. Januar 2006 (2006-01-05)	1-12	
D,A	* das ganze Dokument *		
A	DE 199 16 644 A1 (SCHAEFFLER WÄELZLAGER OHG [DE]) 19. Oktober 2000 (2000-10-19)	11	F01L B22F C04B
A	* Spalte 1, Zeilen 24-34; Abbildungen 1,2 *		
A	DE 102 27 140 A1 (AISIN SEIKI [JP]) 13. März 2003 (2003-03-13)	11	
A	* Absatz [0035]; Anspruch 1 *		
A	US 4 127 684 A (BAKER ROBERT R) 28. November 1978 (1978-11-28)	11	
A	* Spalte 5, Zeilen 24-50; Abbildung 1 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Mai 2007	Prüfer Clot, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 10 0664

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-05-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10148687 A1	27-06-2002	JP 2002180809 A	26-06-2002
		US 2002038501 A1	04-04-2002
DE 10038082 A1	29-03-2001	US 6334414 B1	01-01-2002
US 5960757 A	05-10-1999	US 6199524 B1	13-03-2001
DE 10039921 A1	05-04-2001	GB 2353823 A	07-03-2001
		KR 20010021301 A	15-03-2001
		US 6330870 B1	18-12-2001
DE 102005004281 B3	05-01-2006	CN 1821604 A	23-08-2006
		FR 2881467 A1	04-08-2006
		JP 2006214435 A	17-08-2006
		KR 20060087472 A	02-08-2006
		US 2006201463 A1	14-09-2006
DE 19916644 A1	19-10-2000	DE 10080917 C1	14-08-2003
		WO 0061921 A1	19-10-2000
		US 6487996 B1	03-12-2002
DE 10227140 A1	13-03-2003	JP 2002371302 A	26-12-2002
		US 2003019449 A1	30-01-2003
US 4127684 A	28-11-1978	CA 1097039 A1	10-03-1981
		DE 2861526 D1	25-02-1982
		EP 0002918 A1	11-07-1979
		JP 54091505 A	20-07-1979

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 19606724 A1 [0006]
- DE 19623818 A1 [0006]
- DE 19742947 A1 [0006]
- DE 10038082 A1 [0006]
- DE 10149056 A1 [0006]
- JP 2001050018 A [0006]
- US 5960757 A [0006]
- DE 102005004281 B3 [0008]
- US 2006201463 A1 [0008]
- DE 10213831 A1 [0009]
- US 2002139332 A1 [0009]
- US 20040226527 A1 [0010]
- US 2001054406 A1, Okada [0011]