

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
20. Dezember 2012 (20.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/171670 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*F01L 1/344* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/053160

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Februar 2012 (24.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 077 586.2 16. Juni 2011 (16.06.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO.  
KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach  
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHEIDIG, Gerhard**  
[DE/DE]; Pfarracker Straße 7, 90522 Oberasbach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,  
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,  
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CAMSHAFT ADJUSTER

(54) Bezeichnung : NOCKENWELLENVERSTELLER

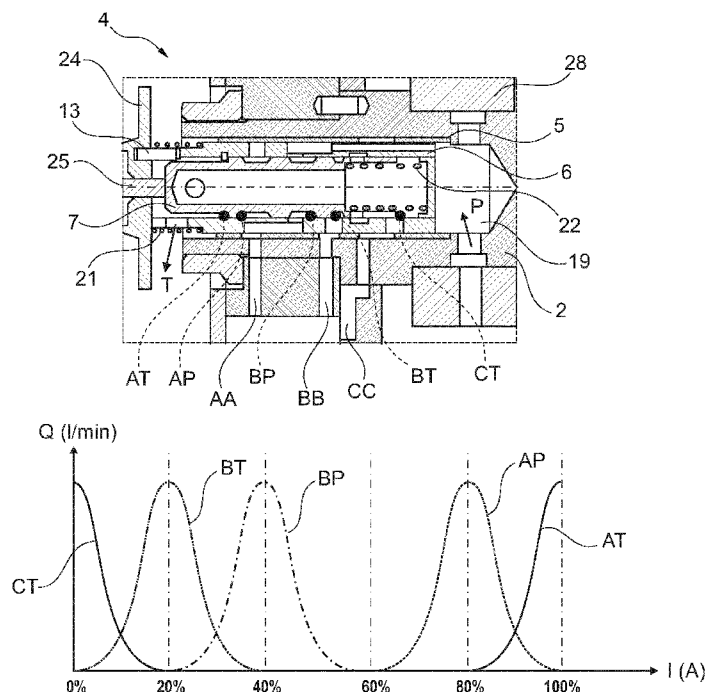


Fig. 2

(57) Abstract: Proposed is an arrangement of a camshaft adjuster (1) having a control device (4), wherein by means of the control device (4) a selection can be made between an OPA and/or a CTA mode, and the camshaft adjuster (1) has a third hydraulic medium duct CC which positions the camshaft adjuster (1) in a central position.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, — mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

## Bezeichnung der Erfindung

5 Nockenwellenversteller

## Beschreibung

10 **Gebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft einen Nockenwellenversteller.

## Hintergrund der Erfindung

15 Nockenwellenversteller werden in Verbrennungsmotoren zur Variation der Steuerzeiten der Brennraumventile eingesetzt. Die Anpassung der Steuerzeiten an die aktuelle Last und Drehzahl senkt den Verbrauch und die Emissionen. Eine verbreitete Bauart ist der Flügelzellenversteller. Flügelzellenversteller weisen einen Stator, einen Rotor und ein Antriebsrad auf. Der Rotor ist meist mit der Nockenwelle drehfest verbunden. Der Stator und das Antriebsrad werden ebenfalls untereinander verbunden, wobei sich der Rotor coaxial zum Stator und innerhalb des Stators befindet. Rotor und Stator prägen Ölkammern (Flügelzellen) aus, welche durch Öldruck beaufschlagbar sind und eine Relativbewegung zwischen Stator und Rotor ermöglichen. Weiterhin weisen die Flügelzellenversteller diverse Abdichtdeckel auf. Der Verbund von Stator, Antriebsrad und Abdichtdeckel wird über mehrere Schraubenverbindungen ausgebildet.

20  
25

Ein Nockenwellenversteller ist aus der US 6,666,181 B2 bekannt. Der Rotor 30, das Abtriebselement, hat zusätzlich zu den bekannten Hydraulikmittelkanälen einen Bypass. Der Bypass fördert das verdrängte Hydraulikmittel aus einer Arbeitskammer in die gegensätzlich wirkende Arbeitskammer. Sobald der Bypass vom Stator, dem Antriebselement, verdeckt wird, stoppt dieser Hydraulikmittel-

30

fluss. Der Rotor befindet sich nun in einer Mittenposition. Die Steuerung des Bypass erfolgt durch einen Steuerkolben, welcher den Hydraulikmittelfluss aus einem Bypass zu einem Hydraulikmittelkanal gewähren oder blockieren kann. Die konventionellen Hydraulikmittelkanäle sind bekannterweise mit Rückschlag-

5 ventilen ausgestattet, um die Nockenwellenwechsellmomente zur Verstellung zu nutzen, in dem im Zeitpunkt eines Nockenwellenwechsellmoments das zu verdrängende Hydraulikmittelvolumen aus der einen Arbeitskammer in die gegensätzlich wirkende Arbeitskammer umgeleitet wird. Bei der entsprechenden axialen Stellung des Steuerkolbens werden diejenigen Hydraulikmittelkanäle in den

10 Hydraulikmittelfluss geschaltet, die dieses Umpumpen in die gewünschte Verstellrichtung des Rotors ermöglichen.

### Zusammenfassung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Nockenwellenversteller anzugeben, der das Erreichen einer Zwischenposition ermöglicht.

5

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Hierdurch wird erreicht, dass mit einer Steuereinrichtung, insbesondere einem  
10 Zentralventil, welches wahlweise die Nutzung von Nockenwellenwechselmo-  
menten (CTA-Modus) und/oder die Nutzung des Hydraulikmitteldruckes (OPA-  
Modus) ermöglicht, das Verstellmittel in eine Zwischenposition zwischen seinen  
Extrempositionen bringbar ist. In den Extrempositionen des Verstellmittels ist  
das Verstellmittel im Kontakt mit dem Anschlag. Die eine Arbeitskammer weist  
15 ein maximales Volumen auf, während die gegensätzlich wirkende Arbeitskammer ein minimales Volumen bzw. ein Nullvolumen aufweist. Die Zwischenposition ist im Idealfall die Mittenposition. Die Besonderheit besteht in der Gestalt und Wirkungsweise des Zentralventils, welches ein Ventilgehäuse, eine Ventilhülse und einen Steuerkolben beinhaltet. Das Ventilgehäuse dreht sich syn-  
20 chron mit der Nockenwelle und besitzt eine Öffnungsanordnung von Bohrungen, Fenstern, Langlöchern, Nuten und ähnlichem auf dessen Umfang. Koaxial dazu angeordnet befindet sich die Ventilhülse mit ebenfalls mehreren Bohrungen, Fenstern, Langlöchern, Nuten und ähnlichem auf dessen Umfang. Die Ventilhülse ist per Formschluss oder ähnlichem an einer Drehung um die Nockenwellenachse gehindert. Aus der Relativedrehung von Ventilgehäuse und  
25 Ventilhülse werden zwangsgesteuert und vordefiniert, bestimmte Durchtrittsöffnungen in einen Hydraulikmittelfluss, in Abhängigkeit des Nockenwellenwinkels, geschaltet, wobei der Durchfluss in vorwiegend radialer Richtung durch beide Bauteile gestattet oder blockiert wird. Der koaxial zur Ventilhülse angeordnete  
30 Steuerkolben gestattet oder blockiert durch seine axiale Position relativ zur Ventilhülse den Hydraulikmittelfluss der Öffnungsanordnung der Ventilhülse am Innendurchmesser der Ventilhülse mittels der an dem Steuerkolben ausgebildeten Steuerkanten bzw. Öffnungen. Der Steuerkolben ist aktiv in seiner axialen

Position durch einen Zentralmagneten steuerbar. Im unbestromten bzw. nicht angesteuerten Zustand kann der Steuerkolben über eine Rückstellfeder, meist eine Druckfeder, in seine Ruhelage bewegt werden.

- 5 Erfindungsgemäß weist die Steuereinrichtung des Nockenwellenverstellers eine Sperrfunktion auf, welche wirkt, sobald kein Hydraulikmittelversorgungsdruck mehr vorhanden ist. Bei nicht vorhandenem Hydraulikmittelversorgungsdruck in der Steuereinrichtung, insbesondere dem Zentralventil, wird eine Komponente in eine Position gebracht, die die Hydraulikmittelkanäle weitestgehend blockiert, so dass kein Hydraulikmittel mehr aus den Arbeitskammern zurück zur Steuer-  
10 einrichtung und zur Hydraulikmittelversorgung bzw. dem Tank fließt. Diese Sperrposition einer Komponente der Steuereinrichtung wird vorzugsweise durch ein Federmittel, insbesondere einer Verschlussfeder, erreicht, so dass bei Nichtbetätigung durch einen Zentralmagneten diese Komponente mit der Sperr-  
15 funktion der Steuereinrichtung in eine Ruheposition, welche weitestgehend der Sperrposition entspricht, bewegt wird. Damit kann mit diesem Nockenwellenversteller, mit dem aktiv zwischen einem OPA- und CTA Modus gewählt werden kann, das Verstellmittel in einer Zwischenposition positioniert werden, da das Verstellmittel hydraulisch eingespannt bleibt.

20

- In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Ventilhülse innerhalb des Ventilgehäuses axial verschiebbar gelagert. Der Formschluss, welcher ein synchrones Drehen der Ventilhülse mit dem Ventilgehäuse verhindert, ist in axialer Richtung derart ausgebildet, dass genügend Überdeckung im Formschluss gewahrt  
25 bleibt, um eine Drehbewegung der Ventilhülse zu sperren. Entgegen einen wirkenden Hydraulikmittelversorgungsdruck wirkt ein Federmittel, welches die Verschlussfeder ist. Vorteilhafterweise ist die Verschlussfeder als Druckfeder ausgebildet, welche auf der nockenwellenabgewandten Seite angeordnet ist und die Ventilhülse teilweise umgibt bzw. auf dem Außendurchmesser der Ventilhül-  
30 se teilweise geführt ist. Gehäusefest stützt sich die Verschlussfeder beispielsweise an dem Zentralmagneten ab, welcher den Steuerkolben in axialer Richtung betätigt. Auf der gegenüberliegenden Seite der Position der Verschlussfeder ist ein Anschlag für die Ventilhülse vorgesehen. Von der nockenwellenzu-

gewandten Seite wird ein Hydraulikmittelversorgungsdruck aufgeprägt, der die Ventilhülse gegen die Verschlussfeder bewegt. Somit werden die Öffnungen zu den Hydraulikmittelkanälen für einen Hydraulikmittelfluss frei.

- 5 Eine Druckfeder, im Folgenden als Kolbenfeder genannt, welche den Steuerkolben gegen einen Anschlag an der Ventilhülse positioniert, stützt sich an der Ventilhülse ab. Somit ist die relative Position und der Arbeitsbereich des Steuerkolbens zur Ventilhülse gewährleistet. Bei aufgeprägtem Hydraulikmittelversorgungsdruck auf die Ventilhülse, wird die Ventilhülse nach erfolgter axialer
- 10 Verschiebung gegen die gehäusefeste Abstützung der Verschlussfeder angeschlagen.

- Steht der Steuerkolben in der für die Zwischenposition notwendigen Stellung, dann wird der Hydraulikmittelfluss durch die vordefinierte Öffnungsanordnung
- 15 der Ventilhülse mit den Öffnungen des Ventilgehäuses derart geschaltet, dass eine abwechselnde Befüllung, bspw. bei 180° und 0° Nockenwellenwinkel, der Arbeitskammern stattfindet. Während die eine Arbeitskammer bedruckt wird, wird das Hydraulikmittel der jeweils anderen Arbeitskammer eingeschlossen, oder zum Tank abgeleitet. Dieses wechselnde Öffnen und Verschließen wird
- 20 durch die eingangs erwähnte Zwangssteuerung zwischen Ventilhülse und Ventilgehäuse realisiert. Der dritte Hydraulikmittelkanal wird dabei entweder zum Tank, also mit dem Abfluss, verbunden oder ebenfalls in Abhängigkeit vom Nockenwellenwinkel bedruckt oder entleert.

- 25 Befindet sich das Verstellmittel in einer Extrem-/Anschlagsposition, so ist zumindest eine Mündung des dritten Hydraulikmittelkanals zur Arbeitskammer mit dem größeren Volumen geöffnet. Soll nun in die Zwischenposition bzw. Mittenposition verstellt werden, wird der Steuerkolben in die dafür vorgesehene axiale Position bewegt. Dabei steht der dritte Hydraulikmittelkanal zumindest während
- 30 eines bestimmten Nockenwellenwinkelbereichs, vorzugsweise während einer vollständigen Nockenwellenumdrehung, in Hydraulikmittelverbindung mit dem Abfluss bzw. Tank. Nun wird einer der beiden bekannten Hydraulikmittelkanäle bedruckt während der jeweils andere verschlossen wird. Dies geschieht wech-

selnd in Abhängigkeit vom Nockenwellenwinkel, vorzugsweise synchron zum auftretenden Nockenwellenwechsellmoment in derjenigen Richtung, welche aus der eingesetzten Druckbeaufschlagung resultiert. Diejenige Arbeitskammer mit dem größerem Volumen, welches zum Erreichen der Zwischen- bzw. Mittenposition verkleinert werden soll, hat eine offene Verbindung über die Mündung des dritten Hydraulikmittelkanals zum Tank. Hierüber kann das Hydraulikmittel abfließen und das Verstellmittel bewegt sich in Richtung Zwischen- bzw. Mittenposition. Der Vorgang ist abgeschlossen, wenn die Zwischen- bzw. Mittenposition erreicht ist, denn in dieser Stellung des Verstellmittels sind beide Mündungen des dritten Hydraulikmittelkanals zu beiden Arbeitskammern zwangsweise durch Überdeckung mit einem lateralen Bauteil verschlossen. Wirkt ausgehend von der Zwischenposition des Verstellmittels ein Nockenwellenwechsellmoment in einer bestimmten Drehrichtung, wird das Verstellmittel minimal bewegt, die Mündung des dritten Hydraulikmittelkanals der Arbeitskammer mit dem vergrößerten Volumen freigelegt und somit die resultierende Drehbewegung durch einen entstehenden Unterdruck in dieser Arbeitskammer gehemmt und gleichzeitig durch das weitestgehend inkompressible Hydraulikmittel in der Arbeitskammer mit dem zu verkleinernden Volumen hydraulisch abgestützt. Zugleich wird der sich aufbauende Druck durch die zwangsgesteuerte Bedruckung aus der Relativedrehung von Ventilgehäuse und Ventilhülse zueinander zu einer der Arbeitskammern über die zum Abfluss hin geöffnete Mündung des dritten Hydraulikmittelkanals abgebaut.

In einer alternativen vorteilhaften Ausgestaltung wird der Steuerkolben durch den Hydraulikmittelversorgungsdruck in eine betriebsbereite Position bewegt, bei der die Hydraulikmittelkanäle in den Hydraulikmittelfluss geschaltet werden können. Der nicht vorhandene Hydraulikmittelversorgungsdruck lässt den Steuerkolben durch eine Verschlussfeder in eine axiale Position bewegen, die die Hydraulikmittelkanäle derart blockiert, dass kein Hydraulikmittelfluss von oder zu den Arbeitskammern möglich ist. Somit wird gewährleistet, dass das Hydraulikmittel in den Arbeitskammer verbleibt und das Verstellmittel hydraulisch eingespannt ist.



In einer weiteren alternativen vorteilhaften Ausgestaltung wird das Ventilgehäuse durch den Hydraulikmittelversorgungsdruck in eine betriebsbereite Position bewegt, bei der die Hydraulikmittelkanäle in den Hydraulikmittelfluss geschaltet werden können. Der nicht vorhandene Hydraulikmittelversorgungsdruck lässt  
5 das Ventilgehäuse durch eine Verschlussfeder in eine axiale Position bewegen, die die Hydraulikmittelkanäle derart blockiert, dass kein Hydraulikmittelfluss von oder zu den Arbeitskammern möglich ist. Somit wird gewährleistet, dass das Hydraulikmittel in den Arbeitskammer verbleibt und das Verstellmittel hydraulisch eingespannt ist.

10

Die hydraulische Einspannung des Verstellmittels ist bei einer beliebigen Position des Verstellmittels realisierbar. Damit ist jede Zwischenposition zwischen den Anschlags-/Extrempositionen des Verstellmittels gemeint, idealerweise weitestgehend mittig zwischen den Anschlags-/Extrempositionen des Verstell-  
15 mittels und somit in der Mittenposition.

In einer Ausgestaltung der Erfindung sind den axialen Positionen des Steuerkolbens mit ansteigender Bestromung, beginnend mit der unbestromten Position, die folgende Reihenfolge von Modi zugeordnet: Zwischen- bzw. Mittenposi-  
20 tion, OPA-Modus, CTA-Modus, geregelte Position, CTA-Modus, OPA-Modus.

Dabei wird die Zwischen- bzw. Mittenposition des Verstellmittels überwiegend durch die Anordnung des dritten Hydraulikmittelkanals definiert. Der OPA-Modus ist durch die Bedruckung einer Arbeitskammer, deren Volumen vergrößert werden soll, und durch Entleeren der Arbeitskammer, deren Volumen verkleinert werden soll, charakterisiert. Das Entleeren erfolgt durch eine Öffnung zum Tank oder zum Abfluss. Der CTA-Modus nutzt Nockenwellenwechselmomente, wodurch der Druck in einer Arbeitskammer erhöht wird, welcher jedoch zur anderen Arbeitskammer abgeleitet wird, die einen Unterdruck erfährt. Die  
25 Wirkung des entgegengesetzt wirkenden Nockenwellenwechselmoments wird durch Verhinderung des Rückflusses unterbunden. So wird das Verstellmittel schrittweise in eine Richtung verstellt. Der geregelte Zustand basiert auf dem Prinzip, dass die Arbeitskammern abwechselnd bedruckt werden und die je-  
30

weils andere in diesem Augenblick verschlossen wird und ein abstützendes Hydraulikpolster bietet. Auf diese Art kann jede Position des Verstellmittels zwischen den Extrempositionen hydraulisch gehalten und eingespannt werden. Im Modus der Zwischen- bzw. Mittenposition werden beide Effekte genutzt, der

5 Hydraulikmitteldruck in Kombination mit den Nockenwechsellmomenten, wobei beide Effekte im richtungswirksamen Augenblick miteinander synchronisiert werden. Dies ist der Vorteil, um bei Motorstart möglichst schnell die Zwischen- bzw. Mittenposition zu fahren, zu halten und von dieser Stellung ausgehend in die üblichen Betriebsmodi zu wechseln. Darum ist bevorzugterweise der Steuerkolben in diesen Betriebsmodus in einer unbestromten, axialen Position.

10

In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung beginnen die Modi mit dem vollbestromten Zustand des Zentralmagneten, bzw. seiner Wirkung auf den Steuerkolben, d.h. in folgender Reihenfolge: Zwischen- bzw. Mittenposition,

15 OPA-Modus, CTA-Modus, geregelte Position, CTA-Modus, OPA-Modus.

In einer bevorzugten Ausbildung wird das Verstellmittel in der Zwischen- bzw. Mittenposition mechanisch verriegelt. Dies bietet zusätzliche Sicherheit bei Motorstart aus der Zwischen- bzw. Mittenposition heraus die verschiedenen anderen Betriebsmodi anzufahren. Diese mechanische Verriegelung ist bei geringem bzw. nicht vorhandenem Hydraulikmitteldruck verriegelt und entriegelt mit Erhöhung des Motoröldrucks. Weiter ist es vorteilhaft, dass beim Abschalten des Motors das Verstellmittel erfindungsgemäß in der Zwischen- bzw. Mittenposition positioniert wird und mechanisch verriegelt wird.

20

25

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist der Nockenwellenversteller eine Rückstellfeder auf, welche in einer Verstellrichtung das Verstellmittel unterstützt oder entgegen dem Schleppmoment bzw. dem Reibmoment der Nockenwelle wirkt. Die Rückstellfeder wirkt sich vorteilhafterweise unterstützend

30 auf das Erreichen der Zwischen- bzw. Mittenposition aus.

Vorteilhafterweise sind zwei Rückstellfedern vorhanden. Die eine Rückstellfeder wirkt in Richtung „Frühposition“ und die andere in Richtung „Spätposition“. De-

ren Federkraft kann so ausgelegt sein, dass wenn das Verstellmittel die Mittenposition erreicht, diese Federkraft jeder Rückstellfeder minimal bzw. null ist. Alternativ ist bei Erreichen einer Anschlags-/Extremposition des Verstellmittels eine Rückstellfeder mit ihrer maximalen Kraft wirksam, während die Kraft der  
5 anderen Rückstellfeder minimal oder null ist.

In einer Ausgestaltung der Erfindung sind die Arbeitskammern durch ein Dichtmittel so abgedichtet, dass das Hydraulikmittel in den Arbeitskammern verbleibt und ein Pegel des Hydraulikmittels („Ölsumpf“) erhalten bleibt. Eine Leckage ist  
10 äußerst minimal, bevorzugterweise nicht vorhanden. Durch das eingeschlossene Hydraulikmittel und der erhaltene Pegel hat das Verstellmittel in jeder Verdrehrichtung ein hydraulisches Polster einer Arbeitskammer, wodurch das Verstellmittel an einer Drehbewegung gehindert, zumindest gedämpft, wird. Das Niveau des Pegels orientiert sich an dem tiefstgelegenen Spalt zwischen zwei  
15 Komponenten des Nockenwellenverstellers, der den Hydraulikmittelfluss durch die Hydraulikmittelkanäle überbrückt. Ist der Pegel höher als der Spalt, so fließt das Hydraulikmittel, beispielsweise zum Tank oder zu einem Speicher, ab.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung steht ein Nockenwellenversteller  
20 zur Verfügung, der zwangsgesteuert (durch die Relativedrehung zwischen Ventilgehäuse und Ventilhülse) eine Zwischen- bzw. Mittenposition des Verstellmittels durch Synchronisation von Hydraulikmitteldruck mit Nockenwellenwechselmomenten erreichen und diese Position halten kann. Darüber hinaus wird eine äußerst schnelle Verstellung durch die Anordnung eines dritten Hydraulikmittelkanals erreicht, welcher zumindest einmal in jede Arbeitskammer mündet. Der  
25 dritte Hydraulikmittelkanal ermöglicht eine geometrisch vordefinierte Position des Verstellmittels. Die gegenüber einem Hydraulikmittelversorgungsdruck verschließbare Steuereinrichtung sperrt Hydraulikmittelvolumen in den Arbeitskammer ein und verriegelt hydraulisch das Verstellmittel in der gewünschten  
30 Position.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt.

5 Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller mit den 3D-Darstellungen von Ventilgehäuse und Ventilhülse,

Fig. 2 einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der Steuereinrichtung mit der entsprechenden Q-I-Kennlinie,

10 Fig. 3 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller in einer Winkelposition mit dem Pegel des Hydraulikmittels,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller in einer anderen Winkelposition mit dem Pegel des Hydraulikmittels und

15 Fig. 5 eine Übersicht über die Positionen des Verstellmittels des Nockenwellenverstellers mit Blick auf die Rückstellfedern.

### Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

20 Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller 1 mit den 3D-Darstellungen von Ventilgehäuse 5 und Ventilhülse 6. Das Ventilgehäuse 5 besitzt mehrere, am Umfang verteilte Öffnungen 8, ausgebildet als Fenster, Bohrungen, Nuten o.a. Arten von fluidleitenden Ausnehmungen. Die Ventilhülse 6 besitzt ebenfalls eine Öffnungsanordnung 9 mit entsprechenden Fenstern, Bohrungen, Nuten o.a. Arten von fluidleitenden Ausnehmungen.

25 Die Ventilhülse 6 befindet sich im Betrieb konzentrisch innerhalb des Ventilgehäuses 5, wobei das Ventilgehäuse 5 drehfest mit der nicht dargestellten Nockenwelle 2 ausgebildet ist und sich relativ zur Ventilhülse 6 dreht, wobei die Ventilhülse 6 durch einen Formschluss 13 an einer synchronen Drehung zum

30 Ventilgehäuse 5 gehindert wird. Dadurch werden die Öffnungen 8 mit der Öffnungsanordnung 9 in zeitlichen Abständen geöffnet und geschlossen und öffnen oder blockieren diverse Hydraulikmittelpfade zu den Arbeitskammern A und B bzw. zum Steuerkolben 7. Die Öffnungen 8 des Ventilgehäuses 5 der 3D-

Darstellung sind zur Schnittdarstellung durch Volllinien verbunden. Die einzelnen Ausnehmungen der Öffnungsanordnung 9 der 3D-Darstellung sind zur Schnittdarstellung durch gestrichelte Linien verbunden.

- 5 In der gezeigten Darstellung ist kein Hydraulikmittelversorgungsdruck P vorhanden. Die Ventilhülse 6 befindet sich durch die aufgeprägte Kraft der Verschlussfeder 21 im Anschlag 32. Der Anschlag 32 ist einteilig durch die Nockenwelle 2 ausgebildet. Dieser Verschlussmechanismus funktioniert ohne zusätzlichen, willkürlichen, äußeren Einfluss, ausgenommen dem Hydraulikmittel-
- 10 versorgungsdruck P. Die Verschlussfeder 21 stützt sich mit ihrem einen Ende an der Ventilhülse 6 und mit dem anderen Ende an dem gehäusefest angeordneten Zentralkolben 24 ab. Der Zentralkolben 24 bewegt willkürlich den Betätigungsstift 25 in axialer Richtung. Wird ein Hydraulikmittelversorgungsdruck P über den Druckmitteldrehübertrager 28, über die Nockenwelle 2, in den Hohl-
- 15 raum 19 eingeleitet, so wirkt der Hydraulikmittelversorgungsdruck P auf die Betätigungsfläche 23 der Ventilhülse 6. Folglich verschiebt sich die Ventilhülse 6 axial relativ zum Ventilgehäuse 5 entgegen der Verschlussfeder 21. Innerhalb der Ventilhülse 6 ist konzentrisch ein Steuerkolben 7 mit einer Kolbenfeder 22 angeordnet. Die Kolbenfeder 22 drückt den Steuerkolben 7 gegen einen An-
- 20 schlag 17 der Ventilhülse 6. Der freie Abstand zwischen dem Betätigungsstift 25 und dem Steuerkolben 7 bei nicht vorhandenem Hydraulikmittelversorgungsdruck P wird nun, durch das Anlegen des Hydraulikmittelversorgungsdruckes P und der resultierenden, axialen Verschiebung der Ventilhülse 6 mit dem Steuerkolben 7, geschlossen. Während des Verschiebevorganges der
- 25 Ventilhülse 6, erzeugt durch den Hydraulikmittelversorgungsdruck P, wird der Formschluss 13 aufrechterhalten. Eine relative Positionsänderung zwischen Steuerkolben 7 und Ventilhülse 6 findet nicht statt. Erst bei willkürlicher Ansteuerung des Zentralkolbens 24 wird der Betätigungsstift 25 axial bewegt und kann den Steuerkolben 7 gegenüber der Ventilhülse 6 axial, entgegen der Kol-
- 30 benfeder 22, verschieben. Nun befindet sich die Steuereinrichtung 4 im betriebsbereiten Zustand. Die Funktion der Steuereinrichtung 4 im betriebsbereiten Zustand ist in Fig. 2 näher erläutert.

Der Nockenwellenversteller 1 weist weiter zwei Scheiben 29 auf, welche axial stirnseitig am Nockenwellenversteller 1 angeordnet sind. Die Scheiben 29 begrenzen axialseitig die Arbeitskammern A und B. Das Antriebselement 18 hat eine nicht weiter dargestellte und bekannte Verzahnung, welche mit einer Kur-  
5 belwelle in Wirkverbindung gebracht werden kann. Zwischen dem Antriebselement 18 und den Scheiben 29 sind umlaufende Dichtelemente 33 angeordnet, um die Arbeitskammern A und B gegen eine Leckage in Gravitationsrichtung abzudichten. Somit verbleibt nach Abstellen des Hydraulikmittelversorgungsdruckes P ein Rest von Hydraulikmittel in den Arbeitskammern A und B. Kon-  
10 zentrisch zu dem Antriebselement 18 ist das Abtriebselement 16 angeordnet. Das Abtriebselement 16 ist auf der Nockenwelle 2 gelagert und in axialer Richtung mit einer Zentralmutter 20 mit der Nockenwelle 2 verspannt. Innerhalb der Nockenwelle 2 befindet sich die Steuereinrichtung 4. Lateral an den Stirnseiten des Nockenwellenverstellers 1 sind Rückstellfedern 11 und 14 angeordnet. Ihre  
15 Federenden sind an einer Schraube 26 gelagert, welche den Verbund des Nockenwellenverstellers 1, ohne bereits erfolgter Montage mit der Nockenwelle 2, in sich axial sichert. Die Schraube 26 lässt eine relative Drehbewegung zwischen Abtriebselement 16 und Antriebselement 18 zu, ist jedoch drehfest mit dem Antriebselement 18 verbunden. Das Abtriebselement 16 weist einen Fe-  
20 derstift 27 auf, welcher sich in axialer Richtung vollständig durch das Abtriebselement 16 und die Scheiben 29 erstreckt. An den aus den Scheiben 29 herausragenden Abschnitten des Federstiftes 27 stützen sich die anderen Federenden der Rückstellfedern 11 und 14, abhängig von der relativen Winkellage des Abtriebselementes 16 zum Antriebselement 18, ab. Der Federstift 27 lässt  
25 ebenfalls eine relative Drehbewegung zwischen Antriebselement 18 und Abtriebselement 16 zu, ist jedoch drehfest mit dem Abtriebselement 16 verbunden. Weitere Federstifte 31 sind mit den Scheiben 29 drehfest verbunden. Das Zusammenwirken der Federstifte 21, 27 und der Schraube 26 mit den Rückstellfedern 11 und 14 in Abhängigkeit von der relativen Winkellage zwischen An-  
30 triebselement 18 und Abtriebselement 16 wird in Fig. 5 näher erläutert.

Das Abtriebselement 16 weist einen Abschnitt der Hydraulikmittelkanäle AA und BB auf, welche sich in weitestgehend radialer Richtung erstrecken. Die No-

ckenwelle 2 weist weitere Abschnitte der Hydraulikmittelkanäle AA und BB auf, welche sich mit den Abschnitten des Abtriebs-elementes 16 fluidleitend gegenüberstehen. Die Nockenwelle 2 weist einen Abschnitt des Hydraulikmittelkanals CC auf, wobei der Hydraulikmittelkanal CC weiter durch die nockenwellenseitige Scheibe 29 fortgeführt wird, bis der Hydraulikmittelkanal CC schließlich in eine der Arbeitskammern A bzw. B mündet.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der Steuereinrichtung 4 mit der entsprechenden Q-I-Kennlinie. Die Steuereinrichtung 4 befindet sich konzentrisch innerhalb eines Hohlraumes 19 einer Nockenwelle 2. Die Steuereinrichtung 4 umfasst ein Ventilgehäuse 5, eine Ventilhülse 6, eine Verschlussfeder 21 und einen Steuerkolben 7 mit einer Kolbenfeder 22. Weiter kann die Steuereinrichtung 4 auf der nockenwellenabgewandten Seite einen nicht weiter dargestellten Zentralmagneten 24 mit einem Betätigungsstift 25 aufweisen. Der Betätigungsstift 25 verschiebt bei Bestromung des Zentralmagneten 24 den Steuerkolben 7 in axialer Richtung entgegen der Federkraft der Kolbenfeder 22. Die Verschlussfeder 21 drückt die Ventilhülse 6 in Richtung nockenwellenzugewandte Seite des Nockenwellenverstellers 1, allerdings ist in dieser Darstellung die Ventilhülse 6 durch einen Hydraulikmittelversorgungsdruck P beaufschlagt. Die Steuereinrichtung 4 befindet sich im betriebsbereiten Zustand. Der Formschluss zur Sperrung der Rotation der Ventilhülse 6 bleibt bei axialer Bewegung der Ventilhülse 6 erhalten. In diesem betriebsbereiten Zustand der Steuereinrichtung 4 steht der Betätigungsstift 25 in Kontakt mit dem Steuerkolben 7. Die Q-I-Kennlinie zeigt die verschiedenen Volumenströme des Hydraulikmittels über die mit AT, AP, BP, BT und CT benannten Steuerkanten in den axialen Positionen des Steuerkolbens. Der Hydraulikmittelversorgungsdruck P wird zur Steuereinrichtung 4 über den Druckmitteldrehübertrager 28 und dem Hohlraum 19 der Nockenwelle 2 durch die dafür vorgesehenen Hydraulikmittelpfade zugeführt. Der Abfluss zum Tank T befindet sich auf der nockenwellenabgewandten Seite der Steuereinrichtung 4, insbesondere zwischen Steuereinrichtung 4 und Zentralmagnet 24.

In der dargestellten Position des Steuerkolbens 7 ist die Steuerkante CT voll geöffnet und lässt einen maximalen Hydraulikmittelfluss („Q“ auf der Ordinate) zum Tank T zu. Zugleich beträgt die Bestromung des Zentralmagneten 0% („I“ auf der Abszisse) und dessen Betätigungsstift 25 befindet sich in seiner Ausgangsposition.

Bei 20%er Bestromung ist der Nockenwellenversteller im OPA-Modus. Eine Verstellung des Verstellmittels 3 in die gewünschte Richtung wird durch die Verbindung der Steuerkante BT mit maximalem Durchfluss zum Tank T realisiert. Diejenige Arbeitskammer A oder B, deren Volumen vergrößert werden soll, wird Hydraulikmittelversorgungsdruck P zugeführt. In dem gezeigten Beispiel ist die Arbeitskammer A diejenige, welcher über den Hydraulikmittelkanal AA Hydraulikmittelversorgungsdruck P zugeführt wird.

Bei 40%er Bestromung, d.h. die Steuerkante BP ist voll geöffnet, ist der Nockenwellenversteller 1 im CTA-Modus. Im gezeigten Beispiel wird die Arbeitskammer A mit Hydraulikmittelversorgungsdruck P, unter Berücksichtigung des Zeitpunktes, bzw. des Winkelbereichs, in dem das Nockenwellenwechsellmomente in Verstellrichtung wirkt, beaufschlagt. Die gewährleistet eine schnelle Verstellung im CTA-Modus.

Bei 60%er Bestromung befindet sich der Nockenwellenversteller 1 im geregelten Modus und das Verstellmittel 3 kann eine beliebige Position zwischen „Frühanschlag“ und „Spätanschlag“ halten.

25

Bei 80%er Bestromung ist die AT Steuerkante geschlossen und die AP Steuerkante voll geöffnet. Dieser Modus entspricht dem CTA-Modus, wobei die Nockenwellenwechsellmomente zusammen mit der Pumpe P eine Verstellung bewirken, wobei durch die Anordnung der Bauteile und Öffnungen der Steuereinrichtung 4 eine Arbeitskammer A oder B dauerhaft bedruckt wird, während die jeweils andere Arbeitskammer B oder A lediglich einen Wechsel der Zustände von Bedruckung und in der Arbeitskammer eingeschlossenem Volumen erfährt. Im Zeitpunkt eines Nockenwellenwechsellmoments in Verstellrichtung wird die

30



entsprechende Arbeitskammer bedrückt, wobei hingegen bei Wirkung des entgegengesetzten Nockenwellenwechsellmoments diese Arbeitskammer lediglich verschlossen wird.

- 5 100% Bestromung ist die AT Steuerkante voll geöffnet und lässt das Hydraulikmittel bspw. aus der Arbeitskammer A zum Tank T abfließen. In diesem Winkelbereich der Nockenwelle, in dem das Hydraulikmittel aus der Arbeitskammer A zum Tank T abfließen kann, verkleinert sich das Volumen der Arbeitskammer A woraus eine Verstellung erfolgt.

10

- Vorteilhafterweise ist der Hydraulikmittelkanal CC in der stromlosen Position des Steuerkolbens 7 zum Tank geöffnet. Dadurch wird das Hydraulikmittel in den Arbeitskammern A oder B, je nach Position des Verstellmittels 3, abgeleitet und die Arbeitskammern A oder B solange geleert, bis der Hydraulikmittelkanal
- 15 CC durch den Flügel 15 des Abtriebselementes 16 verschlossen wurde. Da dies selbsttätig geschieht, eignet sich dieser Modus besonders für Motorstart. Denn wird der Motor abgeschaltet, kann sich das Verstellmittel 3 in einer beliebigen Position befinden. Bei Abschaltung des Motors wird durch die Anordnung des Hydraulikmittelkanal CC und der Steuereinrichtung 4 das Verstellmittel au-
- 20 tomatisch in eine Zwischen- oder Mittenposition bewegt, bei der die Steuerzeiten von Auslass- und Einlassventilen für einen darauf folgenden Motorstart optimal sind.

- Fig. 3 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller 1
- 25 in einer bestimmten Winkelposition mit dem Pegel 30 des Hydraulikmittels in den Arbeitskammern A und B. Die bestimmte Winkelposition zwischen dem Abtriebselement 16 und dem Antriebselement 18 ist in diesem Beispiel vorteilhafterweise die Mittenposition. Der dargestellte Pegel 30 orientiert sich in seinem Niveau an einem Spalt zwischen den Nockenwelle 2 und dem Abtriebs-
- 30 element 16. Oberhalb dieses Niveaus kann durch diesen Spalt kann Hydraulikmittel bei abgestelltem Hydraulikmittelversorgungsdruck P (abgestelltem Motor) und verschlossener Steuereinrichtung 4 abfließen. Der Rest an Hydraulikmittel verbleibt in den Arbeitskammer A und B. Wird nun der Motor gestartet und der

Hydraulikmittelversorgungsdruck P befindet sich im Aufbau, erzeugen die Nockenwellenwechsellmomente eine alternierende Relativdrehung zwischen Abtriebs-  
element 16 und Antriebselement 18. Jedoch wird diese alternierende Bewegung durch die eingeschlossenen Hydraulikmittelpolster in den Arbeitskammer A und B gedämpft. Ein Ausfließen durch die Hydraulikmittel AA, BB oder CC ist durch die Sperrfunktion der Steuereinrichtung 4 nicht gegeben.

Fig. 4 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Nockenwellenversteller 1 in einer anderen Winkelposition mit dem Pegel 30 des Hydraulikmittels. Diese Winkelposition des Nockenwellenverstellers 1 nach abgestelltem Motor behält Hydraulikmittel in den Arbeitskammer A und B analog zu den in Fig. 3 gezeigten Bedingungen der Anordnung. Bevorzugterweise ist der Pegel 30 so durch die Anordnung der Dichtmittel 33 auszulegen, dass beide Arbeitskammer A und B vollständig mit Hydraulikmittel befüllt sind und befüllt bleiben.

15

Fig. 5 zeigt eine Übersicht über die Positionen des Verstellmittels 3 des Nockenwellenverstellers 1 mit Blick auf die Rückstellfedern 11 und 14.

Das Verstellmittel 3 kann drei Positionen einnehmen: „Frühanschlag“, „Zwischenposition“ und „Spätanschlag“. Dabei sind „Frühanschlag“ und „Spätanschlag“ willkürlich benannte, beispielhafte Anschlagpositionen, die von der Definition der Verstellrichtung des Nockenwellenverstellers 1 abhängen.

Das Verstellmittel 3 ist hier als Flügel 15 eines Abtriebs-  
elementes 16, bspw. eines Rotors, ausgebildet. Das Antriebselement 18, bspw. ein Stator, hat ebenfalls sich in radialer Richtung erstreckende Flügel 15, welche mit den Flügeln 15 des Abtriebs-  
elementes 16 die Arbeitskammern A und B definieren. Ist das Volumen der Arbeitskammer A minimal, befindet sich das Verstellmittel 3 in einem „Frühanschlag“. Ist das Volumen der Arbeitskammer B minimal, dann befindet sich das Verstellmittel 3 in einem „Spätanschlag“.

30

Befindet sich das Verstellmittel 3 in dem „Spätanschlag“, so ist die Rückstellfeder 11, welche sich auf der einen Stirnseite des Nockenwellenverstellers 1 be-

- findet, durch das Abtriebsselement 16 und dem daran befestigten Federstift 27 nicht gespannt. Die Rückstellfeder 11 ist mit ihrem einen Ende an einem Federstift 26 gelagert und mit dem anderen Ende an dem Federstift 31, wobei der Federstift 31 mit dem Antriebselement 18 fest verbunden ist. Die Rückstellfeder 14 hingegen, welche sich auf der gegenüberliegenden Stirnseite des Nockenwellenverstellers 1 befindet, durch den Federstift 27 des Abtriebsselementes 16 gespannt. Das eine Ende der Rückstellfeder 14 ist wieder an einem Federstift 26 gelagert, während das andere Ende an dem Federstift 27 gelagert ist.
- 10 Befindet sich das Verstellmittel 3 in der „Zwischenposition“ so wird das eine Ende der Rückstellfeder 14, welches in der „Spätposition“ des Verstellmittels 3 noch an dem Federstift 27 gelagert war, von dem Federstift 27 an den Federstift 31 durch die Drehbewegung zwischen Abtriebsselement 16 und Antriebselement 18 übergeben. Das aus der „Spätposition“ entwickelte Rückstellmoment der Rückstellfeder 14 drängt das Abtriebsselement 16 mit dem Verstellmittel 3 in die „Zwischenposition“. Das Ende der Rückstellfeder 11 hingegen, welches in der „Spätposition“ noch an dem Federstift 31 anlag, kommt nun in Kontakt mit dem Federstift 27.
- 20 Befindet sich das Verstellmittel 3 in dem „Frühanschlag“, so ist die Rückstellfeder 11 durch den Federstift 27 vorgespannt. Das Federende der Rückstellfeder 11 wurde in der „Zwischenposition“ von dem Federstift 31 an den Federstift 27 übergeben, sobald die Drehbewegung des Abtriebsselementes 16 zum Antriebselement 18 in Richtung „Frühanschlag“ fortgesetzt wurde. Hingegen befindet sich das Federende der Rückstellfeder 14 nun in Anlage mit dem Federstift 31 und wird durch die Drehbewegung von der „Zwischenposition“ zum „Frühanschlag“ nicht mehr weiter gespannt.
- 30 Durch die wechselseitig wirkende Anordnung der Rückstellfeder 11 und 14 wird das Verstellmittel des Abtriebsselementes 16 in eine „Zwischenposition“ auch dann gedrängt, wenn kein Hydraulikmittelversorgungsdruck P

**Liste der Bezugszahlen**

|    |                               |    |                                    |
|----|-------------------------------|----|------------------------------------|
|    | 1) Nockenwellenversteller     |    | A) Arbeitskammer A                 |
|    | 2) Nockenwelle                | 35 | B) Arbeitskammer B                 |
|    | 3) Verstellmittel             |    | P) Hydraulikmittelversorgungsdruck |
| 5  | 4) Steuereinrichtung          |    | T) Tank                            |
|    | 5) Ventilgehäuse              |    | AA) Hydraulikmittelkanal AA        |
|    | 6) Ventilhülse                |    | BB) Hydraulikmittelkanal BB        |
|    | 7) Steuerkolben               | 40 | CC) Hydraulikmittelkanal CC        |
|    | 8) Öffnungen                  |    |                                    |
| 10 | 9) Öffnungsanordnung          |    |                                    |
|    | 10) Öffnungen                 |    |                                    |
|    | 11) Rückstellfeder            |    |                                    |
|    | 12) Dichtmittel               |    |                                    |
|    | 13) Formschluss               |    |                                    |
| 15 | 14) Rückstellfeder            |    |                                    |
|    | 15) Flügel                    |    |                                    |
|    | 16) Abtriebsselement          |    |                                    |
|    | 17) Anschlag                  |    |                                    |
|    | 18) Antriebselement           |    |                                    |
| 20 | 19) Hohlraum                  |    |                                    |
|    | 20) Zentralmutter             |    |                                    |
|    | 21) Verschlussfeder           |    |                                    |
|    | 22) Kolbenfeder               |    |                                    |
|    | 23) Betätigungsfläche         |    |                                    |
| 25 | 24) Zentralmagnet             |    |                                    |
|    | 25) Betätigungsstift          |    |                                    |
|    | 26) Schraube                  |    |                                    |
|    | 27) Federstift                |    |                                    |
|    | 28) Druckmitteldrehübertrager |    |                                    |
| 30 | 29) Scheibe                   |    |                                    |
|    | 30) Pegel                     |    |                                    |
|    | 31) Federstift                |    |                                    |
|    | 32) Anschlag                  |    |                                    |

### Patentansprüche

1. Nockenwellenversteller (1) für eine Nockenwelle (2) mit
- einer Druckkammer (AB) und einem in der Druckkammer (AB) ange-  
5 ordnetem Verstellmittel (3),
  - wobei das Verstellmittel (3) die Druckkammer (AB) in eine erste Arbeitskammer (A) und eine zweite Arbeitskammer (B) unterteilt,
  - wobei der ersten Arbeitskammer (A) durch einen ersten Hydraulikmittelkanal (AA) und der zweiten Arbeitskammer (B) durch einen zweiten  
10 Hydraulikmittelkanal (BB) Hydraulikmittel zuführbar bzw. abführbar ist,
  - so dass durch einen Druckunterschied zwischen der ersten Arbeitskammer (A) und zweiten Arbeitskammer (B) das Verstellmittel (3) bewegbar ist, wodurch sich eine Verdrehung der Nockenwelle (2) ergibt,
  - wobei die Zu- und Abfuhr von Hydraulikmittel durch eine Steuereinrichtung (4) gesteuert wird, welche ein Ventilgehäuse (5) und eine darin  
15 angeordnete und relativ zum Ventilgehäuse (5) drehbare Ventilhülse (6) sowie einen innerhalb der Ventilhülse (6) axial verschiebbaren Steuerkolben (7) aufweist,
  - das Ventilgehäuse (5) Öffnungen (8) hat, welche mit der ersten Arbeitskammer (A) und der zweiten Arbeitskammer (B) kommunizieren,  
20 • wobei sich das Ventilgehäuse (5) synchron mit der Nockenwelle dreht und dabei die Öffnungen (8) des Ventilgehäuses (5) durch eine auf der Ventilhülse (6) ausgebildete Öffnungsanordnung (9) verschlossen bzw. freigegeben werden,
  - wobei die Öffnungsanordnung (9) der Ventilhülse (6) mit Öffnungen  
25 (10) des Steuerkolbens (7) in Abhängigkeit von der axialen Position des Steuerkolbens (7) kommuniziert,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Steuereinrichtung (4) einen Hydraulikmittelfluss aller Hydraulikmittelkanäle (AA, BB) der Arbeitskammern (A, B) sperrt, wenn kein Hydraulikmittelversorgungsdruck (P) vorhanden ist.  
30

2. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilhülse (6) die Hydraulikmittelkanäle (AA, BB) für einen Hydraulikmittelfluss sperrt, wenn kein Hydraulikmittelversorgungsdruck (P) vorhanden ist.
- 5
3. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (7) sich in einer axialen Position befindet, in der der Steuerkolben (7) unbetätigt von einer Betätigungseinrichtung ist und die Hydraulikmittelkanäle (AA, BB) für einen Hydraulikmittelfluss sperrt, wenn kein Hydraulikmittelversorgungsdruck (P) vorhanden ist.
- 10
4. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Wirkung des Hydraulikmittelversorgungsdrucks (P) die Ventilhülse (6) einen Hydraulikmittelfluss zu den Hydraulikmittelkanälen (AA, BB) gestattet.
- 15
5. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Wirkung des Hydraulikmittelversorgungsdrucks (P) das Ventilgehäuse (5) einen Hydraulikmittelfluss zu den Hydraulikmittelkanälen (AA, BB) gestattet. [Rückschlagventil o.ä.]
- 20
6. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Wirkung des Hydraulikmittelversorgungsdrucks (P) das Verstellmittel (3) einen Hydraulikmittelfluss zu den Hydraulikmittelkanälen (AA, BB) gestattet.
- 25
7. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellmittel (3) in einer Zwischenposition hydraulisch verriegelt ist. [Mittenposition]
- 30
8. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nockenwellenversteller (1) einen dritten Hydraulikmittelkanal

(CC) aufweist, welcher das Verstellmittel (3) in einer Zwischenposition positioniert. [Anordnung im Abtriebselement, Antriebselement, Seitendeckel, Nockenwelle, etc.]

- 5      9. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nockenwellenversteller (1) eine Feder () aufweist, die das Verstellmittel (3) in einer Zwischenposition positioniert. [2 Federn, die gegensätzlich wirken]
- 10     10. Nockenwellenversteller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskammern (A, B) mittels eines Dichtmittels () derart abgedichtet sind, dass ein Pegel des Hydraulikmittels in den Arbeitskammern (A, B) gehalten wird. [Pegel unterhalb Steuereinrichtung]

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE  
beim Internationalen Büro eingegangen am 06. Juni 2012 (06.06.2012)

**Patentansprüche**

1. Nockenwellenversteller (1) für eine Nockenwelle (2) mit
- einer Druckkammer (AB) und einem in der Druckkammer (AB) ange-
  - 5       ordnetem Verstellmittel (3),
  - wobei das Verstellmittel (3) die Druckkammer (AB) in eine erste Ar-
  - beitskammer (A) und eine zweite Arbeitskammer (B) unterteilt,
  - wobei der ersten Arbeitskammer (A) durch einen ersten Hydraulikmit-
  - 10       telkanal (AA) und der zweiten Arbeitskammer (B) durch einen zweiten
  - Hydraulikmittelkanal (BB) Hydraulikmittel zuführbar bzw. abführbar ist,
  - so dass durch einen Druckunterschied zwischen der ersten Arbeits-
  - kammer (A) und zweiten Arbeitskammer (B) das Verstellmittel (3) be-
  - wegbar ist, wodurch sich eine Verdrehung der Nockenwelle (2) ergibt,
  - wobei die Zu- und Abfuhr von Hydraulikmittel durch eine Steuereinrich-
  - 15       tung (4) gesteuert wird, welche ein Ventilgehäuse (5) und eine darin
  - angeordnete und relativ zum Ventilgehäuse (5) drehbare Ventilhülse (6)
  - sowie einen innerhalb der Ventilhülse (6) axial verschiebbaren Steuer-
  - kolben (7) aufweist,
  - das Ventilgehäuse (5) Öffnungen (8) hat, welche mit der ersten Ar-
  - 20       beitskammer (A) und der zweiten Arbeitskammer (B) kommunizieren,
  - wobei sich das Ventilgehäuse (5) synchron mit der Nockenwelle dreht
  - und dabei die Öffnungen (8) des Ventilgehäuses (5) durch eine auf der
  - Ventilhülse (6) ausgebildete Öffnungsanordnung (9) verschlossen bzw.
  - freigegeben werden,
  - wobei die Öffnungsanordnung (9) der Ventilhülse (6) mit Öffnungen
  - 25       (10) des Steuerkolbens (7) in Abhängigkeit von der axialen Position des
  - Steuerkolbens (7) kommuniziert,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Steuereinrichtung (4) einen Hydraulikmittelfluss aller Hydraulikmittel-
- 30       kanäle (AA, BB) der Arbeitskammern (A, B) sperrt, wenn kein Hydrau-
- likmittelversorgungsdruck (P) vorhanden ist.



2. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventilhülse (6) die Hydraulikmittelkanäle (AA, BB) für einen Hydraulikmittelfluss sperrt, wenn kein Hydraulikmittelversorgungsdruck (P) vorhanden ist.
- 5
3. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (7) sich in einer axialen Position befindet, in der der Steuerkolben (7) unbetätigt von einer Betätigungseinrichtung ist und die Hydraulikmittelkanäle (AA, BB) für einen Hydraulikmittelfluss sperrt,
- 10
- wenn kein Hydraulikmittelversorgungsdruck (P) vorhanden ist.
4. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Wirkung des Hydraulikmittelversorgungsdrucks (P) die Ventilhülse (6) einen Hydraulikmittelfluss zu den Hydraulikmittelkanälen (AA, BB) gestattet.
- 15
5. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Wirkung des Hydraulikmittelversorgungsdrucks (P) das Ventilgehäuse (5) einen Hydraulikmittelfluss zu den Hydraulikmittelkanälen (AA, BB) gestattet.
- 20
6. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Wirkung des Hydraulikmittelversorgungsdrucks (P) das Verstellmittel (3) einen Hydraulikmittelfluss zu den Hydraulikmittelkanälen (AA, BB) gestattet.
- 25
7. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellmittel (3) in einer Zwischenposition hydraulisch verriegelt ist.
- 30
8. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nockenwellenversteller (1) einen dritten Hydraulikmittelkanal

(CC) aufweist, welcher das Verstellmittel (3) in einer Zwischenposition positioniert.

5 9. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nockenwellenversteller (1) eine Feder (11, 14) aufweist, die das Verstellmittel (3) in einer Zwischenposition positioniert.

10 10. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskammern (A, B) mittels eines Dichtmittels derart abgedichtet sind, dass ein Pegel des Hydraulikmittels in den Arbeitskammern (A, B) gehalten wird.

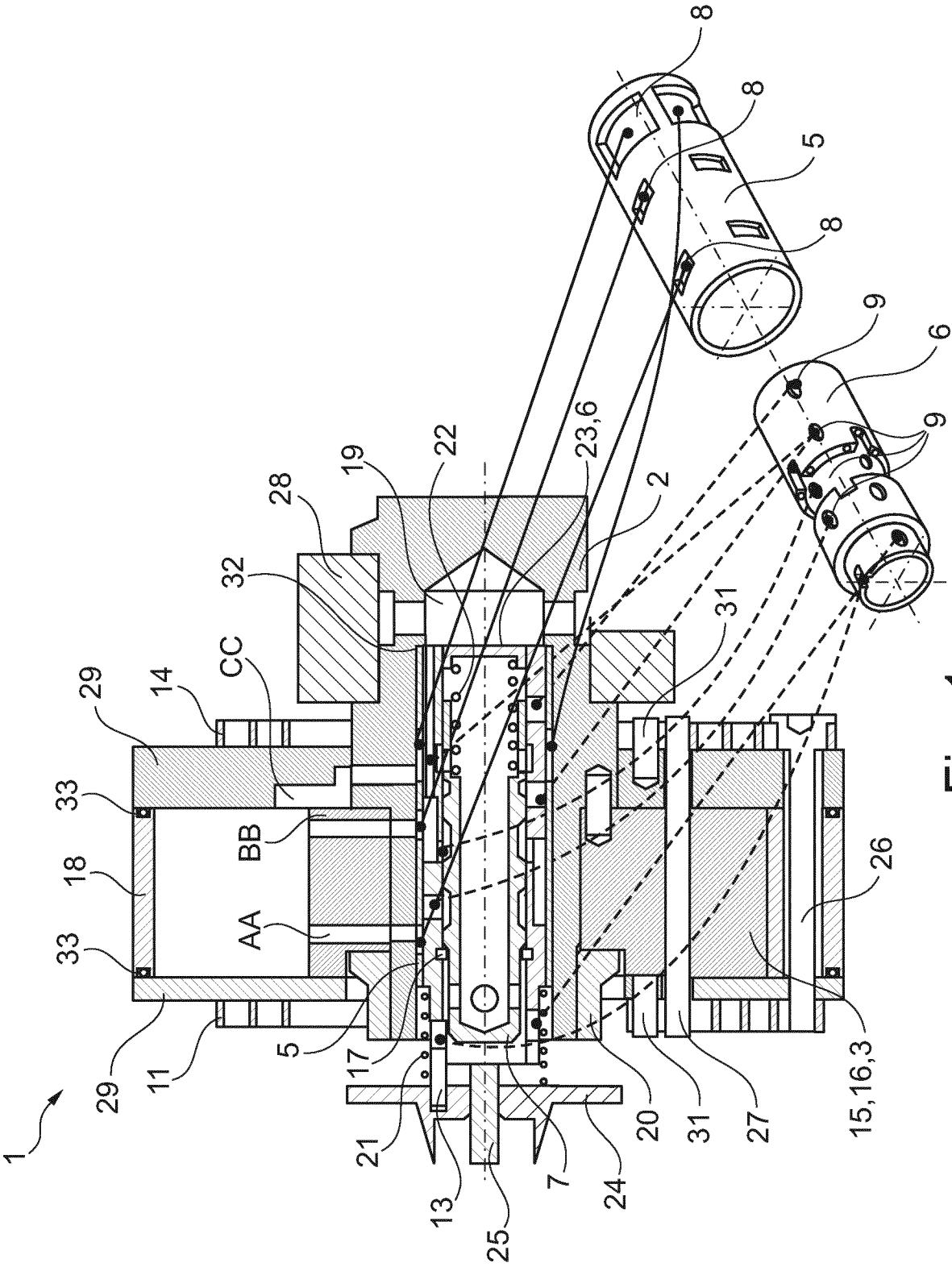


Fig. 1

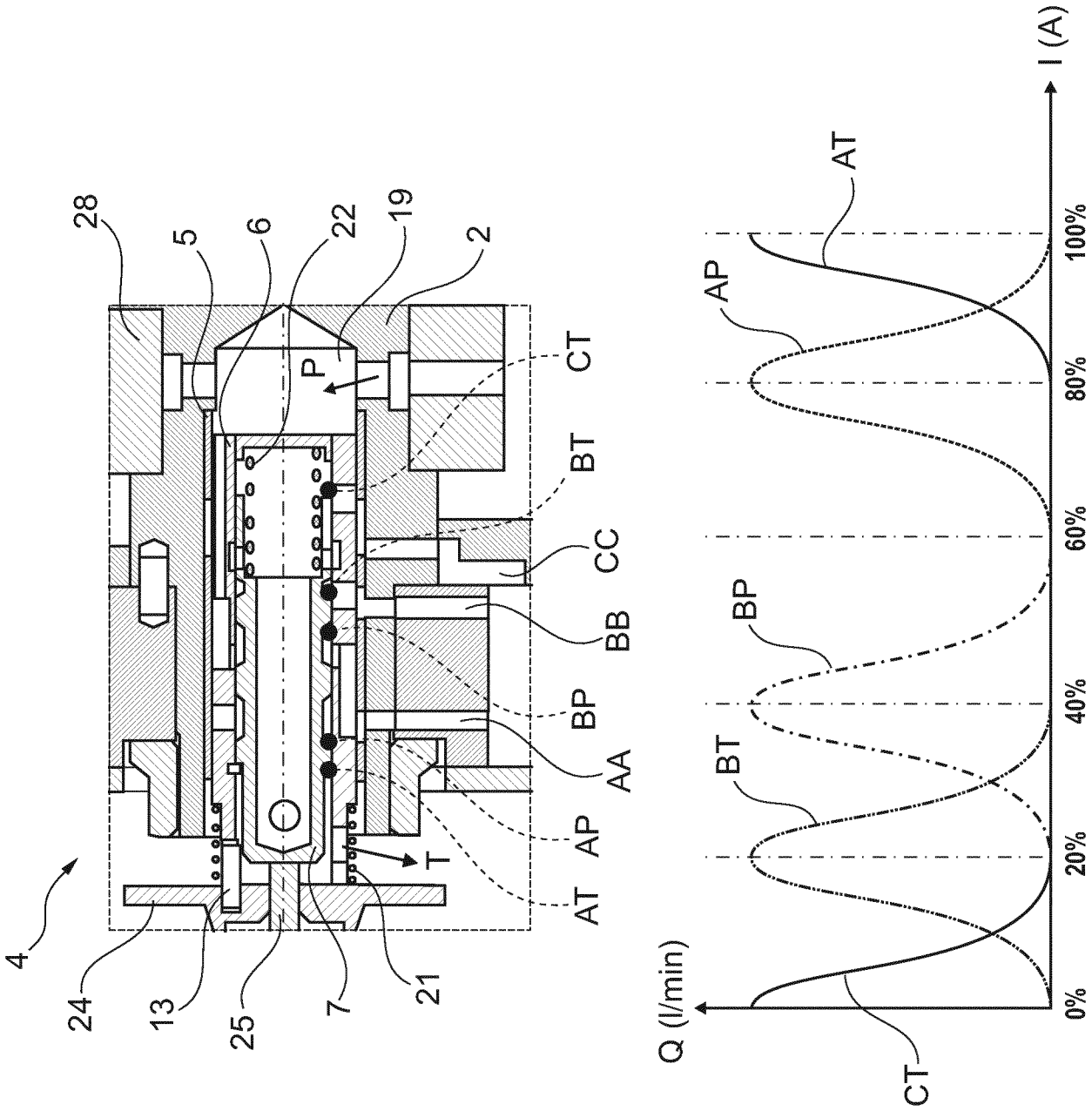


Fig. 2

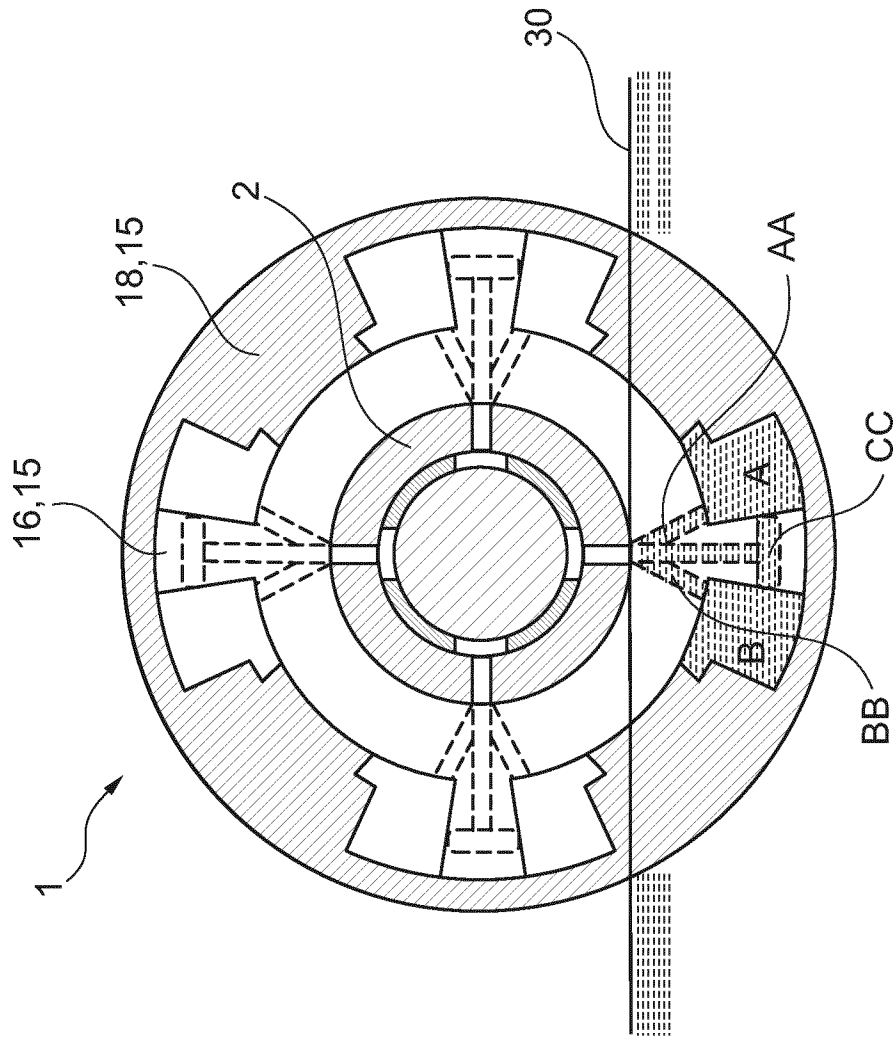


Fig. 3

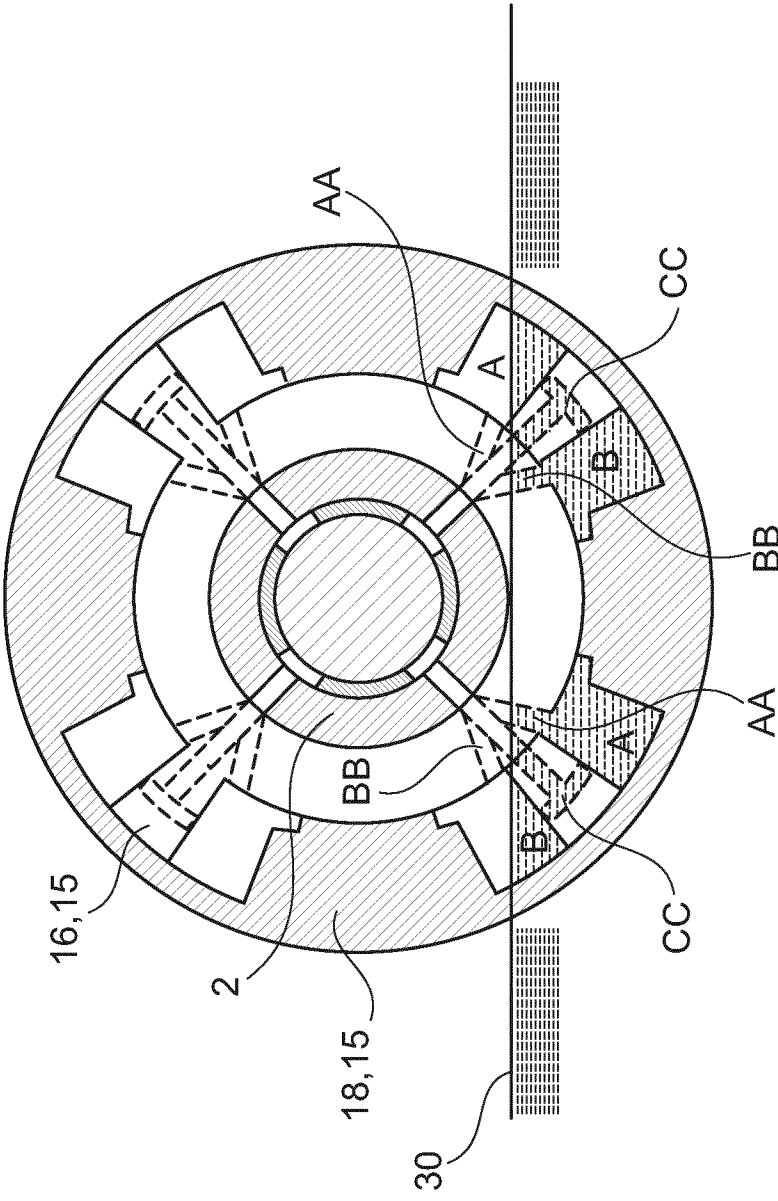
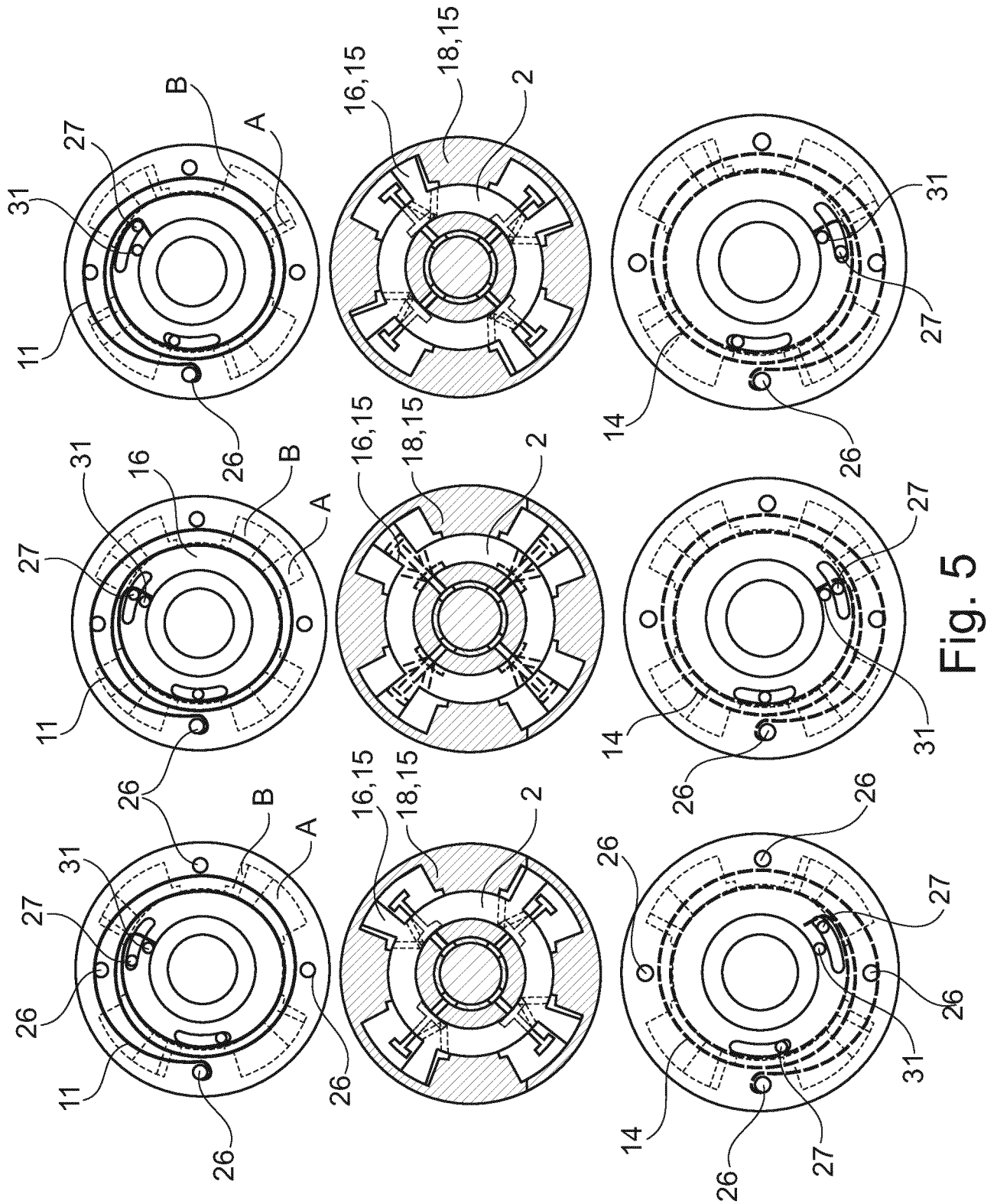


Fig. 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/053160

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F01L1/344  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | DE 10 2009 056020 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE])<br>1 June 2011 (2011-06-01)<br>the whole document                                               | 1                     |
| A         | US 5 263 443 A (SCHECHTER MICHAEL M [US] ET AL) 23 November 1993 (1993-11-23)<br>column 4, line 63 - column 5, line 11<br>column 6, lines 34-43; figures | 1                     |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 2012

Date of mailing of the international search report

25/05/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klinger, Thierry



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/053160

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 102009056020 A1                        | 01-06-2011          | DE 102009056020 A1         | 01-06-2011          |
|                                           |                     | WO 2011064094 A1           | 03-06-2011          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 5263443                                | A                   | 23-11-1993                 | NONE                |
| -----                                     |                     |                            |                     |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F01L1/344  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                        | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A          | DE 10 2009 056020 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE])<br>1. Juni 2011 (2011-06-01)<br>das ganze Dokument<br>-----                                                      | 1                  |
| A          | US 5 263 443 A (SCHECHTER MICHAEL M [US] ET AL) 23. November 1993 (1993-11-23)<br>Spalte 4, Zeile 63 - Spalte 5, Zeile 11<br>Spalte 6, Zeilen 34-43; Abbildungen<br>----- | 1                  |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Mai 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/05/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klinger, Thierry

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/053160

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102009056020 A1                                 | 01-06-2011                    | DE 102009056020 A1                | 01-06-2011                    |
|                                                    |                               | WO 2011064094 A1                  | 03-06-2011                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 5263443                                         | A                             | 23-11-1993                        | KEINE                         |
| -----                                              |                               |                                   |                               |