(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
7. Januar 2016 (07.01.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/000706 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16K 31/06 (2006.01) *F01L 1/344* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200368

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juni 2015 (15.06.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 212 991.5 4. Juli 2014 (04.07.2014) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **HOPPE, Jens**; Dorfmeisterweg 16, 91056 Erlangen (DE). **KINSCHER, Markus**; Urlashöhe 2a, 91207 Lauf a. d. Pegnitz (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(54) **Title**: CONTROL VALVE WITH A CONTROL PISTON MADE OF PLASTIC

(54) **Bezeichnung** : STEUERVENTIL MIT EINEM STEUERKOLBEN AUS KUNSTSTOFF

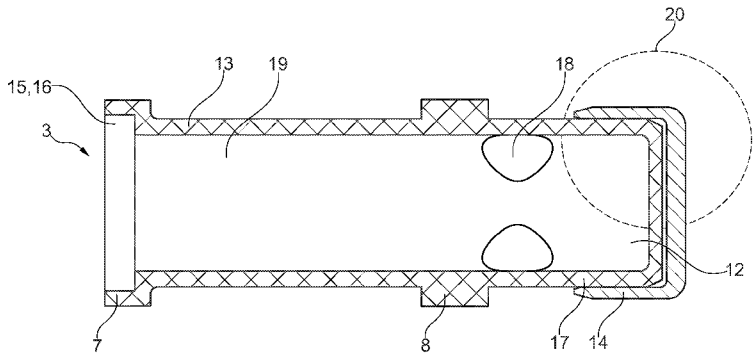


Fig. 2

(57) **Abstract**: The invention relates to control valves for camshaft adjusters. The control valve according to the invention comprises a valve housing (2), which has openings for an inlet connection, a discharge connection, and two supply connections, and a control piston (3) which is guided in an axially movable manner in a receiving area of the valve housing (2) and which has two control edges (7, 8). The control valve also comprises an actuation surface (12) for contacting a plunger rod of an adjusting unit. The control piston (3) main part (13), which consists of plastic, has a compensating element (14) at the main part end facing the adjusting unit, said compensating element forming the actuation surface (12) at the end face, and the axial position of the actuating surface (12) of the compensating element (14) can be aligned with respect to the position of the main part (13).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/000706 A1

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Steuerventile für Nockenwellenversteller. Das erfindungsgemäße Steuerventil umfasst ein Ventilgehäuse (2), das Öffnungen für einen Zulauf-, einen Ablauf- und zwei Versorgungsanschlüsse aufweist, und einen axialbeweglich in einer Aufnahme des Ventilgehäuses (2) geführten Steuerkolben (3), der zwei Steuerkanten (7, 8) aufweist sowie eine Betätigungsfläche (12) zu der Kontaktierung mit einer Stößelstange einer Stelleinheit. Der aus Kunststoff bestehende Grundkörper (13) des Steuerkolbens (3) trägt an seinem der Stelleinheit zugewandten Ende ein Ausgleichselement (14), das an seiner Stirnfläche die Betätigungsfläche (12) bildet, wobei die axiale Position der Betätigungsfläche (12) des Ausgleichselements (14) in Bezug auf die Position des Grundkörpers (13) ausgerichtet werden kann.

STEUERVENTIL MIT EINEM STEUERKOLBEN AUS KUNSTSTOFF

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Proportional-Wegeventile, die als Zentralventil insbesondere zu der Steuerung sogenannter Nockenwellenversteller eingesetzt werden können. Nockenwellenversteller dienen der Regelung des Betriebs eines Verbrennungsmotors, indem der Ladungswechsel gezielt beeinflusst wird: Eine Verstellung der Phasenlage der Nockenwelle ändert deren Position in Relation zur Phasenlage der Kurbelwelle; somit lassen sich die Öffnungs- und Schließzeiten der Gaswechselventile zu einem früheren bzw. späteren Zeitpunkt des durchlaufenen Kreisprozesses verschieben. Zentralventile verfügen über mehrere Schaltpositionen, mittels derer der Verlauf eines Druckmittpfades zwischen einem Zu- und Ablauf eingestellt werden kann – der Druckmittelstrom übt auf den Nockenwellenversteller eine Kraft aus, die von der Schaltposition abhängig ist und eine Verstellung in eine bestimmte Lage bewirkt. Die Güte der Regelung ist von der zuverlässigen Einstellung der relativen Phasenlage abhängig, woraus sich hohe Anforderungen an die Präzision des Steuerventils ergeben.

Die DE 10 2010 049 551 A1 zeigt ein Steuerventil für einen Nockenwellenversteller. Das Steuerventil umfasst ein Ventilgehäuse, das Öffnungen für einen Zulauf-, einen Ablauf- und zwei Versorgungsanschlüsse aufweist; innerhalb des Ventilgehäuses ist ein axial verschiebbarer Steuerkolben gelagert, der aus einem ringförmigen Grundkörper besteht. An einer seiner Stirnseiten weist der Steuerkolben eine Betätigungsfläche auf, die für eine Steuerkomponente vorgesehen ist. Der Steuerkolben ist aus einem Kunststoff gefertigt. Infolge der Verwendung beispielsweise eines duroplastischen Werkstoffs kann eine beträchtliche Gewichtsverminderung erreicht werden – die Verwendung eines Kunststoffs zeigt jedoch auch nachteilige Wirkungen, etwa in Bezug auf das Verschleißverhalten oder bezüglich der Einhaltung gestellter Anforderungen an die Fertigungstoleranzen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht somit darin, ein Steuerventil bereitzustellen, dessen Steuerkolben hinsichtlich seines Gewichts optimiert wird bei gleichzeitiger Verbesserung der Betriebsbedingungen.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängige Ansprüche, während vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung den Unteransprüchen entnehmbar sind. Demnach umfasst die Erfindung ein Steuerventil für einen Nockenwellenversteller mit einem Ventilgehäuse, das Öffnungen für einen Zulauf-, einen Ablauf- und zwei Versorgungsanschlüsse aufweist, und mit einem axialbeweglich in einer Aufnahme des Ventilgehäuses geführten Steuerkolben, der zwei Steuerkanten aufweist sowie ei-

ne Betätigungsfläche zu der Kontaktierung mit einer Stößelstange einer Stelleinheit. Ein aus Kunststoff bestehender Grundkörper des Steuerkolbens trägt an seinem der Stelleinheit zugewandten Ende ein Ausgleichselement, das an seiner Stirnfläche die Betätigungsfläche bildet, wobei die axiale Position der Betätigungsfläche des Ausgleichselements in Bezug auf die Position des Grundkörpers (an einem Sollmaß) ausgerichtet werden kann.

Nach Erkenntnis der Erfindung wird durch Einführung eines Ausgleichselementes ein bestehendes Spannungsverhältnis aufgelöst – auf besonders kostengünstige Weise: Die Erfindung hebt den Widerspruch auf, der bislang zwischen dem Wunsch nach einem besonders leichten Bauteil einerseits und den Anforderungen an Verschleißverhalten und Fertigungstoleranz andererseits bestanden hat. Die Erfindung ermöglicht die Verwendung eines Kunststoffwerkstoffs, womit ein besonders leichter Steuerkolben realisiert wird. An der besonders beanspruchten Betätigungsfläche findet das Ausgleichselement seinen Einsatz – das aufgrund von Fertigungstoleranzen bestehende Spiel zwischen der Betätigungsfläche des Steuerkolbens und der Stößelstange der Stelleinheit kann somit ausgeglichen werden bzw. die Gesamtlänge des Steuerkolbens an ein Sollmaß angepasst werden. Der Impuls infolge des Auftreffens der Stößelstange auf der Betätigungsfläche kann vermindert werden – mit positiven Folgen auf die Betriebsbedingungen und auf das Verschleißverhalten.
Ein zusätzlicher Vorteil zeigt sich in der nun verwirklichten Möglichkeit, die axiale Länge des Steuerkolbens an einem geforderten Sollmaß ausrichten zu können – auch jenseits des Ausgleichs fertigungsbedingter Abweichungen. So ist etwa die Verwendung eines einheitlichen Grundkörpers, an dem idealerweise die Steuerkanten gebildet sind, für Steuerventile denkbar, die durch unterschiedliche axiale Maße gekennzeichnet sind. Auf diese Weise können die Fertigungskosten nochmals vermindert werden.

Der Grundkörper des Steuerkolbens trägt das Ausgleichselement, indem dieses auf den Grundkörper geschoben wird. Ebenso denkbar ist jedoch auch das Tragen des Ausgleichselementes dergestalt, dass dieses von einer axialen Bohrung des Grundkörpers aufgenommen wird.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung besteht das Ausgleichselement aus einem metallischen Werkstoff. Auf kostengünstige Art und Weise entsteht somit ein leichter Steuerkolben, dessen Betätigungsfläche sich durch eine besonders verschleißgünstige Oberfläche auszeichnet.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist das Ausgleichselement in Form einer Kappe gestaltet, die auf den Kolbenkopf aufgeschoben wird. Die Gestaltung in der vorgeschlagenen Form bietet den Vorteil, dass eine Fläche der Kappe über den gesamten Umfang mit dem Außenumfang des Steuerkolbens in Kontakt gebracht werden kann. Auf diese Art und Weise kann ein besonders sicherer Sitz und somit sichere Festlegung der axialen Position gewährleistet werden. Bei Verwendung eines metallischen Werkstoffs lässt sich die Kappe kostengünstig mittels eines spanlosen Arbeitsverfahrens herstellen, beispielswiese durch Tiefziehen.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird die axiale Position der Kappe in Bezug auf die Position des Grundkörpers mithilfe einer Übermaßpassung festgelegt, wodurch Kappe und Grundkörper einen Pressverband bilden. Die axiale Länge des aus der Kombination Grundkörper und Kappe bestehenden Steuerkolbens kann somit an einem Sollmaß ausgerichtet werden. Das Bilden eines Pressverbandes ermöglicht auf besonders einfache und kostengünstige Weise eine dauerhafte Verbindung.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung weist der Grundkörper des Steuerkolbens im Bereich seines Kolbenkopfes Fügerippen auf. Die Fügerippen ermöglichen ein leichtes Herstellen des Pressverbandes. Das Aufschieben der Kappe auf den Grundkörper kann weiter vereinfacht werden, indem eine Einführungsfase am Kolbenkopf oder an der Kappe oder an beiden gestaltet ist.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung sind die Fügerippen sich axial erstreckend entlang des Umfangs des Kolbenkopfes angeordnet, wodurch Bereiche größeren Durchmessers gebildet werden, die Bereiche kleineren Durchmessers einschließen, wobei die Bereiche größeren Durchmessers in Bezug auf den Innendurchmesser der Kappe eine Übermaßpassung aufweisen und die Bereiche kleineren Durchmessers eine Spielpassung. In den Bereichen zwischen den – idealerweise mindestens drei – Fügerippen werden Bereiche mit radialem Spiel verwirklicht, wodurch ein Zwischenraum entsteht. In den Zwischenraum kann infolge des Fügens Material verdrängt werden, was die Herstellung des Pressverbandes erleichtert.

Eine vorteilhafte Ausführungsform betrifft ein Ausgleichselement in Form einer Kappe, deren axiale Position in Bezug auf die Position des Steuerkolbens mithilfe einer Klebverbindung festgelegt wird. Klebverbindungen bieten den Vorteil einer gleichmäßigen Spannungsverteilung an der Verbindungsstelle zwischen Grundköper und Kappe und gewährleisten deren dauerhafte Verbindung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform schließen das Ausgleichselement und der Grundkörper einen axialen Zwischenraum ein, mittels dessen ein Spiel zu der Ausrichtung der axialen Position des Ausgleichselements in Bezug auf die Position des Grundkörpers verwirklicht wird. Der axiale Zwischenraum ermöglicht eine Ausrichtung des Ausgleichselementes innerhalb eines vergrößterten Längenintervalls.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform besteht der Grundkörper des Steuerkolbens aus einem duroplastischen oder thermoplastischen Werkstoff. Die Verwendung eines duroplastischen Werkstoffs, beispielsweise Phenoplaste, verwirklicht einen beanspruchbaren Grundkörper, der den thermischen und mechanischen Anforderungen gerecht wird. Duroplaste gehören ebenso wie Thermoplaste zu den Polymerwerkstoffen, wobei erstere nach dem Aushärten im Gegensatz zu den thermoplastischen Werkstoffen nicht mehr verformt werden können. Der Steuerkolben kann aus einem Duroplast mit 85% Glasfaseranteil bestehen. Grundsätzlich ermöglicht die vorgeschlagene Kombination aus Grundkörper und Ausgleichselement jedoch eine Verminderung der Anforderungen an die Werkstoffeigenschaften des Grundkörpers – diese Erkenntnis vergegenwärtigt erneut die positive Wirkung der vorgeschlagenen Ausführungsform auf die Herstellungskosten.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform besteht das Ausgleichselement aus einem metallischen Werkstoff, wobei die Werkstoffe des Ausgleichselementes und des Grundköpers so gewählt sind, dass ein abweichender Wärmeausdehnungskoeffizient die Festlegung des Ausgleichselements nicht auflöst. Der Ausführungsform liegt die Erkenntnis zugrunde, dass infolge eines Temperaturanstiegs die Gewährleistung der festgelegten relativen Position des Ausgleichselementes gefährdet ist: Die Verwendung von Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten kann dazu führen, dass Spannungen an der Verbindungsfläche zwischen Grundkörper und Ausgleichselement auftreten, denen die Verbindung nicht (positionsgetreu) standhält. Eine Auswahl der verwendeten Werkstoffe anhand ihrer Wärmeausdehnungskoeffizienten trägt also dazu bei, die axiale Ausrichtung zu gewährleisten.

Das Steuerventil ist bevorzugt als Zentralventil zu der Steuerung eines Nockenwellenverstellers gestaltet – es ist also in einem Hohlraum der Nockenwelle angeordnet und dreht sich mit dieser. Nockenwellenversteller in der Bauweise eines Flügelzellenverstellers beinhalten als wesentliche Elemente einen Stator und einen Rotor. Der Stator ist drehfest mit einem Antriebsrad verbunden und wird über einen Zugmitteltrieb von der Kurbelwelle angetrieben. Der Rotor bildet das Abtriebselement.

Der Rotor ist konzentrisch zum Stator angeordnet und wird von diesem umgeben. Im Stator ist in Umfangsrichtung eine Einbuchtung angeordnet, die – ohne die Beweglichkeit zwischen Rotor und Stator in Umfangsrichtung einzuschränken – zu einem druckdichten Hohlraum verschlossen wird: seitlich durch einen Deckel bzw. durch eine seitliche Wandung und am Innendurchmesser durch die äußere Umfangswand des Rotors. In den Hohlraum greift ein Flügel ein, der fest mit dem Rotor verbunden ist und den Hohlraum in zwei druckdicht verschließbare Kammern A und B teilt.

Durch gezielte Verbindung der Druckkammern A und B entweder mit dem Zulaufanschluss P oder dem Ablaufanschluss T lässt sich ein Druckunterschied erzeugen, wodurch eine Kraft auf den Flügel wirkt. Der Flügel wird also gemeinsam mit dem Rotor in Umfangsrichtung verschoben.

Aus der Verschiebung des Rotors resultiert eine Änderung der Phasenlage der Nockenwelle im Verhältnis zu der Phasenlage der Kurbelwelle: Dreht sich die Nockenwelle im Uhrzeigersinn und eilt die Druckkammer B der Druckkammer A voraus, bewirkt eine Verstellung des Flügels in Richtung Druckkammer B eine Verstellung der Öffnungs- bzw. Schließzeiten zu einem früheren Zeitpunkt.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei Bezug auf die Zeichnungen genommen wird. Funktionsgleiche Elemente der erläuterten Ausführungsformen werden mit dem gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig. 1 zeigt einen Ventilkolben in einem Steuerventil nach dem Stand der Technik;
Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform eines Ventilkolbens im Längsschnitt;
Fig. 3 zeigt eine Einzelheit aus der Schnittdarstellung des Ventilkolbens aus Fig. 2;
Fig. 4 zeigt eine Einzelheit aus einem Querschnitt des Ventilkolbens aus Fig. 2;
Fig. 5 zeigt eine perspektivische Darstellung des Steuerventils.

In Fig. 1 ist ein Steuerventil 1 nach dem gattungsgemäßen Stand der Technik beispielhaft gezeigt. Das Steuerventil 1 besteht aus einem Ventilgehäuse 2 und einem hohlzylindrischen Steuerkolben 3, der axialbeweglich in einem entsprechenden Hohlraum 4 des Ventilgehäuses 2 geführt ist. Das Ventilgehäuse 2 kann wiederum von einem Hohlraum einer Nockenwelle aufgenommen werden und der Steuerung eines Nockenwellenverstellers dienen (nicht gezeigt).

Das Ventilgehäuse 2 weist an seinem Außenumfang drei axial zueinander beabstandete Ringnuten 5 auf, an denen Durchtrittsöffnungen 6 angeordnet sind. Der Steuerkolben 3 ist ein beidseitig offener Hohlzylinder, an dessen Außenumfang zwei Abschnitte mit erweitertem

Durchmesser 7, 8 angeordnet sind, die einen Abschnitt mit verringertem Durchmesser 9 einschließen. Die Abschnitte mit erweitertem Durchmesser bilden die Steuerkanten 7, 8 – der Abschnitt mit verringertem Durchmesser bildet hingegen gemeinsam mit dem Innenumfang des Ventilgehäuses 2 einen umlaufenden Ringkanal 10. An seiner Stirnseite weist der Steuerkolben als Folge der Spritzgussherstellung einen Anspritzpunkt 11 auf.

Zu der Steuerung eines Nockenwellenverstellers kann das Steuerventil 1 unterschiedliche Schaltpositionen einnehmen, die durch den tatsächlichen Verlauf möglicher Druckmittelpfade gekennzeichnet sind. Die Verwirklichung einer Schaltposition erfolgt mithilfe einer (nicht gezeigten) Stellvorrichtung, bei der es sich in der Regel um einen elektromagnetisch betätigten Aktuator handelt. Eine mit einem Anker des Elektromagneten verbundene Stößelstange wird mit einer Betätigungsfläche 12 an der Stirnseite des Steuerkolbens 3 in Kontakt gebracht – die auf den Anker wirkende Kraft wird somit über die Stößelstange auf den Steuerkolben 3 übertragen und bewirkt somit dessen axiales Verschieben entgegen der Kraft einer (nicht gezeigten) Feder.
Mögliche Druckmittelpfade verlaufen über den Zulaufanschluss P, der mittels einer Pumpe mit Druckmittel gespeist wird. Über den umlaufenden Ringkanal, dem Druckmittelverteilraum 10, gelangt Druckmittel entweder zu dem Versorgungsanschluss A oder dem Versorgungsanschluss B – und von dort zu der Arbeitskammer A bzw. B eines Nockenwellenverstellers. Der tatsächliche Verlauf des Druckmittelpfades ist somit von der Schaltposition des Steuerventils 1 abhängig, also von der relativen Lage des Steuerkolbens 3: Über die Steuerkanten 7, 8 können die Durchtrittsöffnungen 6 gesperrt oder freigegeben werden – neben einer vollständigen Sperrung beider Versorgungsanschlüsse A und B durch Überdeckung der Durchtrittsöffnungen 6 mittels der Steuerkanten 7, 8 können somit die Versorgunganschlüsse und daran anschließend die Arbeitskammern des Nockenwellenverstellers entweder mit dem Zulaufanschluss P oder dem Ablaufanschluss T verbunden werden.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform des Steuerkolbens 3 im Längsschnitt gezeigt. Der Steuerkolben 3 geht aus der Kombination eines Grundkörpers 13 mit einem Ausgleichselement 14 hervor. Der aus Kunststoff hergestellt Grundkörper 13 besteht im Wesentlichen aus einem hohlzylindrischen Rohrabschnitt und weist am Kolbenboden 15 eine bodenseitige Öffnung 16 auf. An seinem dem Boden abgewandten Ende befindet sich der Kolbenkopf 17 – auch hier sind Druckmittelöffnungen 18 vorgesehen, die über den Kolbenhohlraum 19 mit der bodenseitigen Öffnung 16 in Verbindung stehen.
Am Außenumfang des Grundkörpers 13 sind zudem eine erste und eine zweite Steuerkante 7, 8 in Form zweier Bereiche mit erweitertem Durchmesser gebildet. Die Bereiche erweiterten

Durchmessers schließen einen Bereich verminderten Durchmessers ein, der – gemeinsam mit dem Innenumfang des Ventilgehäuses, einen umlaufenden Ringkanal 10 bildet.
Ein Ausgleichselement 14 ist am Kolbenkopf 17 auf den Grundkörper 13 geschoben. Das Ausgleichselement ist hier in der Form einer Kappe 14 gezeigt, deren Umfangswand den Kolbenkopf 17 vollständig umschließt. Die Kappe 14 ist tiefgezogen aus einem metallischen Werkstoff gefertigt und weist stirnseitig eine Betätigungsfläche 12 auf. Die Charakteristik der Formgestaltung ist in der Einzelheit 20 gezeigt.

Die Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des in Fig. 2 abgebildeten Ausführungsbeispiels. Dargestellt ist ein Abschnitt des Kolbenkopfes 17, auf den das Ausgleichselement 14 aufgeschoben ist. An der Stirnseite des Kolbenkopfes 17 und am Rand der Kappe 14 sind jeweils Einführfasen 21, 22 vorgesehen, die das Aufschieben der Kappe 14 erleichtern. Die Stirnseite des Kolbenkopfes 17 und der Boden der Kappe 14 schließen einen Zwischenraum ein, wodurch ein axialer Spalt 23 entsteht. Der axiale Spalt 23 verwirklicht ein Spiel in axialer Richtung, so dass die Länge des aus Grundkörper 13 und Kappe 14 bestehenden Steuerventils 1 an einem Sollmaß ausgerichtet werden kann.
Darüber hinaus ist auch ein radialer Spalt 24 zwischen Außenumfang des Grundkörpers 13 bzw. Kolbenkopfes 17 und Innenumfang der Kappe 14 dargestellt. Dieses radiale Spiel ermöglicht die Aufnahme von Material, das infolge des Aufpressens der Kappe 14 auf den Kolbenkopf 17 verdrängt wird. Das verdrängte Material hat seinen Ursprung in Fügerippen 25, die das Herstellen eines Pressverbandes erleichtern und in Fig. 4 veranschaulicht werden.

In Fig. 4 ist eine Einzelheit des in Fig. 2 abgebildeten Ausführungsbeispiels im Querschnitt. Deutlich erkennbar ist zum einen der radiale Spalt 24 zu der der Aufnahme verdrängten Materials. Der radiale Spalt 24 befindet sich in einem Bereich des Grundkörpers 13 bzw. Kolbenkopfes 17 mit vermindertem Durchmesser und wird von Bereichen vergrößerten Durchmessers eingeschlossen – die Bereiche vergrößerten Durchmessers bilden Fügerippen 25. Erforderlich für die Herstellung eines Pressverbandes ist also eine Übermaßpassung im Bereich der Fügerippen 25 in Bezug auf den Innendurchmessers der Kappe 14.

Die Fig. 5 zeigt eine perspektivische Darstellung des Steuerventils 1. Am Grundkörper 13 sind vier über den Umfang verteilte Fügerippen 25 gebildet, die sich in axialer Richtung entlang des Kolbenkopfes 17 erstrecken. Aus Fertigungsgründen können die Fügerippen 25 über den gesamten Bereich des Kolbenkopfes verlaufen. Auf dem Kolbenkopf 17 sitzt eine Kappe 14, die als Ausgleichselement dient.

Bezugszeichenliste

1	Steuerventil
2	Ventilgehäuse
3	Steuerkolben
4	Hohlraum
5	Ringnut
6	Durchtrittsöffnung
7	erste Steuerkante
8	zweite Steuerkante
9	Abschnitt verringerten Durchmessers
10	umlaufender Ringkanal, Druckmittelverteilraum
11	Anspritzpunkt
12	Betätigungsfläche
13	Grundkörper
14	Kappe, Ausgleichselement
15	Kolbenboden
16	bodenseitige Öffnung
17	Kolbenkopf
18	Druckmittelöffnung
19	Kolbenhohlraum
20	Einzelheit
21	Einführfase an dem Kolbenkopf
22	Einführfase an der Kappe
23	axialer Spalt, Zwischenraum
24	radialer Spalt
25	Fügerippe
A	Versorgungsanschluss A
B	Versorgungsanschluss B
P	Zulaufanschluss
T	Ablaufanschluss

Patentansprüche

1. Steuerventil (1) für einen Nockenwellenversteller mit einem Ventilgehäuse (2), das Öffnungen für einen Zulauf-, einen Ablauf- und zwei Versorgungsanschlüsse aufweist, und mit einem axialbeweglich in einer Aufnahme des Ventilgehäuses (2) geführten Steuerkolben (3), der zwei Steuerkanten (7, 8) aufweist sowie eine Betätigungsfläche (12) zu der Kontaktierung mit einer Stößelstange einer Stelleinheit, dadurch gekennzeichnet, dass ein aus Kunststoff bestehender Grundkörper (13) des Steuerkolbens (3) an seinem der Stelleinheit zugewandten Ende ein Ausgleichselement (14) trägt, das an seiner Stirnfläche die Betätigungsfläche (12) bildet, wobei die axiale Position der Betätigungsfläche (12) des Ausgleichselements (14) in Bezug auf die Position des Grundkörpers (13) ausgerichtet werden kann.

2. Steuerventil nach Anspruch 1, wobei das Ausgleichselement (14) aus einem metallischen Werkstoff besteht.

3. Steuerventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (13) an seinem der Stelleinheit zugewandten Ende einen Kolbenkopf (17) formt, wobei das Ausgleichselement (14) in Form einer auf den Kolbenkopf (17) geschobenen Kappe (14) gestaltet ist.

4. Steuerventil nach Anspruch 3, wobei die axiale Position der Kappe (14) in Bezug auf die Position des Grundkörpers (13) mithilfe einer Übermaßpassung festgelegt wird, wodurch Kappe (14) und Grundkörper (13) einen Pressverband bilden.

5. Steuerventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (13) des Steuerkolbens (3) im Bereich seines Kolbenkopfes (17) Fügerippen (25) aufweist.

6. Steuerventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fügerippen (25) sich axial erstreckend entlang des Umfangs des Kolbenkopfes (17) angeordnet sind, wodurch Bereiche größeren Durchmessers gebildet werden, die Bereiche kleineren Durchmessers einschließen, wobei die Bereiche größeren Durchmessers in Bezug auf den Innendurchmesser der Kappe eine Übermaßpassung aufweisen und die Bereich kleineren Durchmessers eine Spielpassung.

7. Steuerventil nach Anspruch 3, wobei die axiale Position der Kappe (14) in Bezug auf die Position des Grundkörpers (13) mithilfe einer Klebverbindung festgelegt wird.

8. Steuerventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Ausgleichselement (14) und der Grundkörper (13) einen axialen Zwischenraum (23) einschließen, mittels dessen ein Spiel zu der Ausrichtung der axialen Position des Ausgleichselements (14) in Bezug auf die Position des Grundkörpers (13) verwirklicht wird.

9. Steuerventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Grundkörper (13) des Steuerkolbens (3) aus einem duroplastischen oder thermoplastischen Werkstoff besteht.

10. Steuerventil nach Anspruch 9, wobei das Ausgleichselement (14) aus einem metallischen Werkstoff besteht und die Werkstoffe des Ausgleichselementes (14) und des Grundköpers (13) so gewählt sind, dass ein abweichender Wärmeausdehnungskoeffizient die Festlegung des Ausgleichselements (14) nicht auflöst.

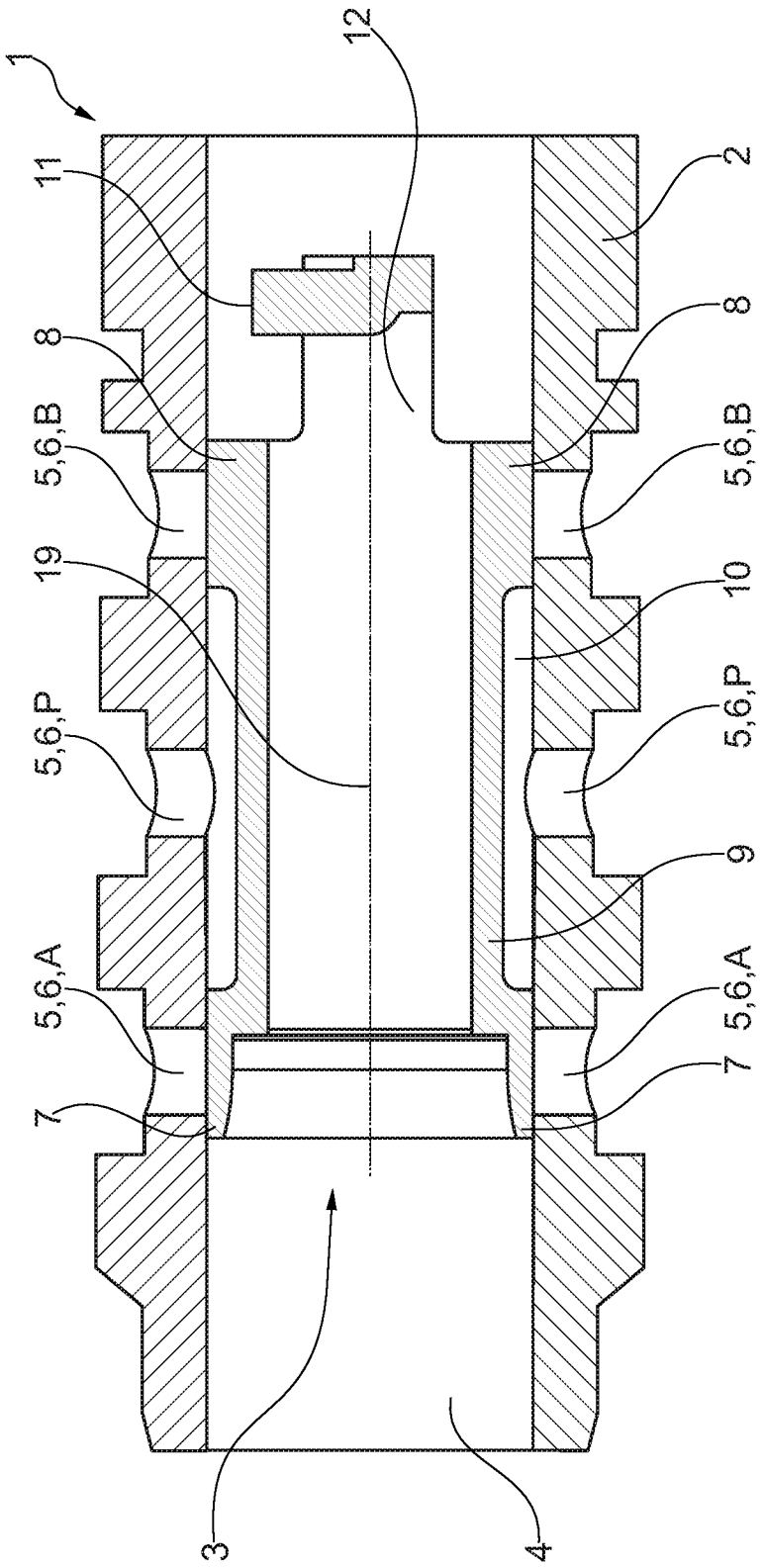


Fig. 1

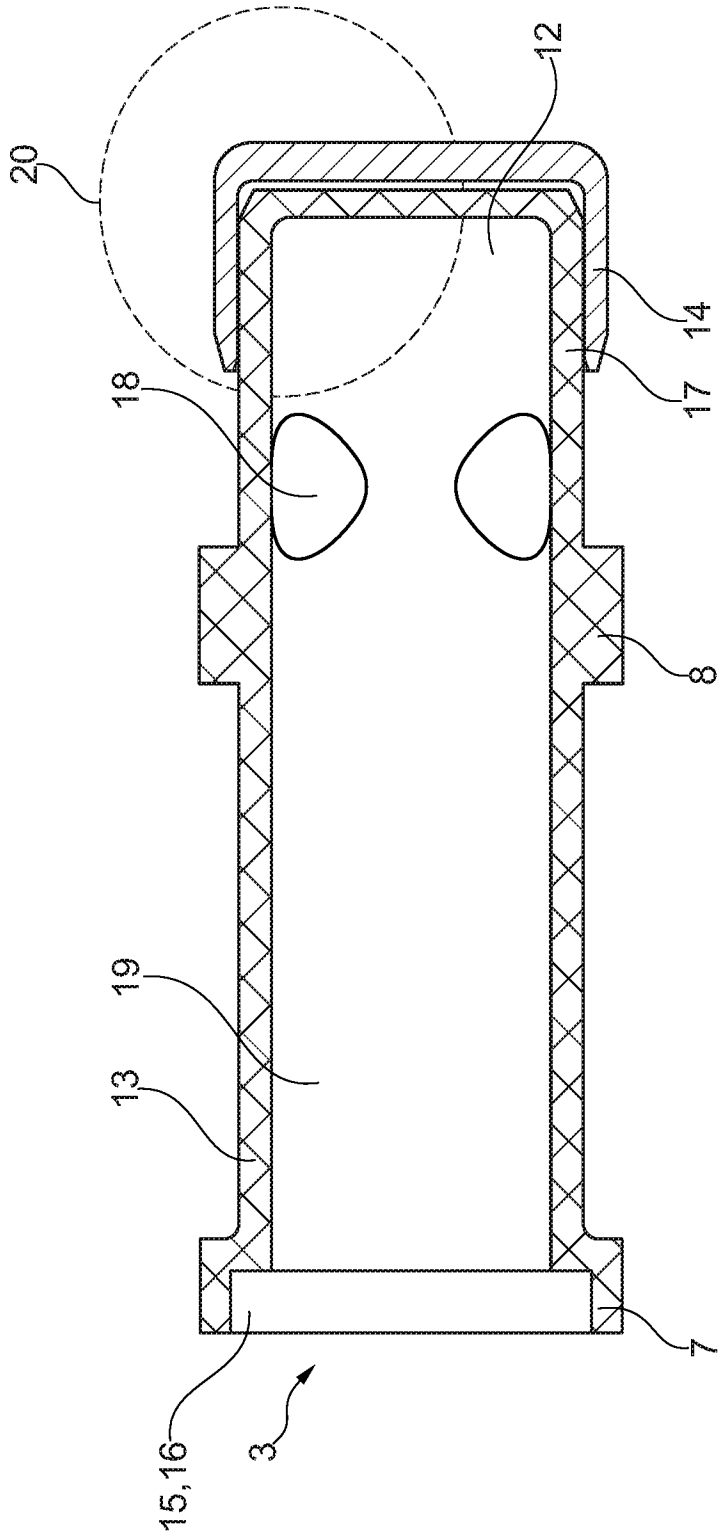


Fig. 2

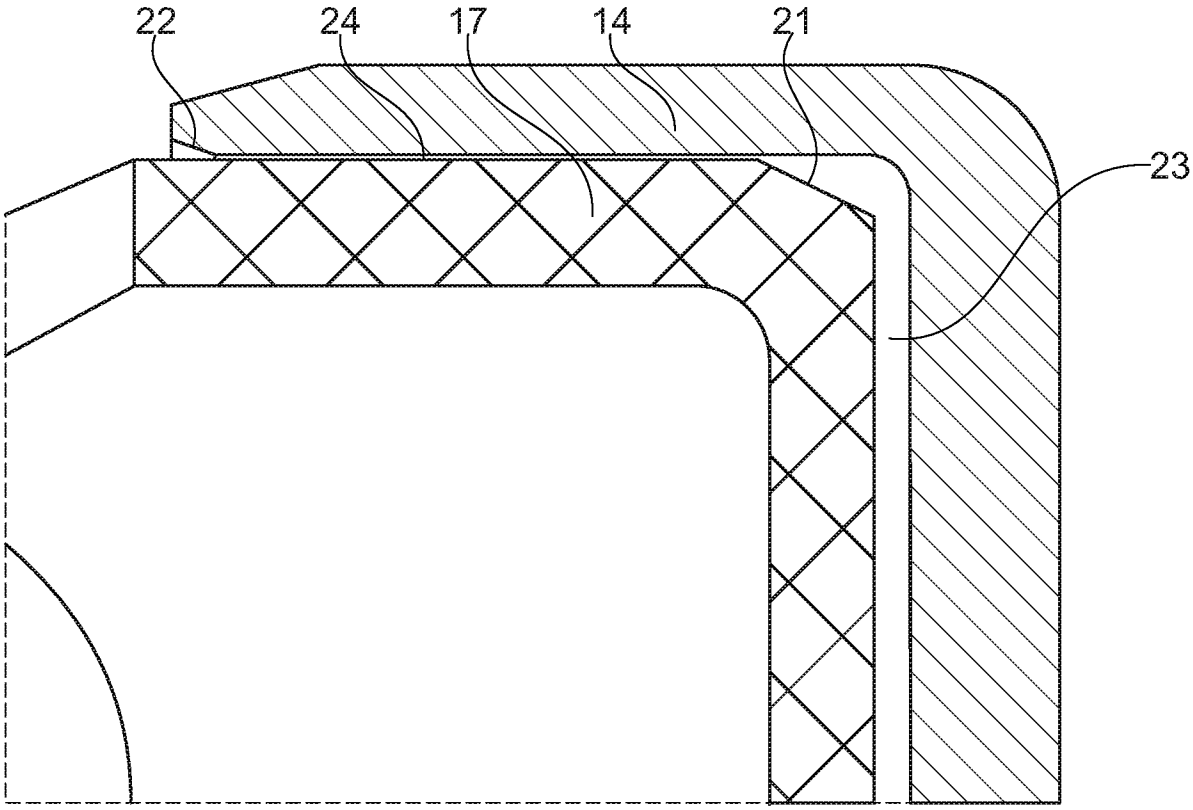


Fig. 3

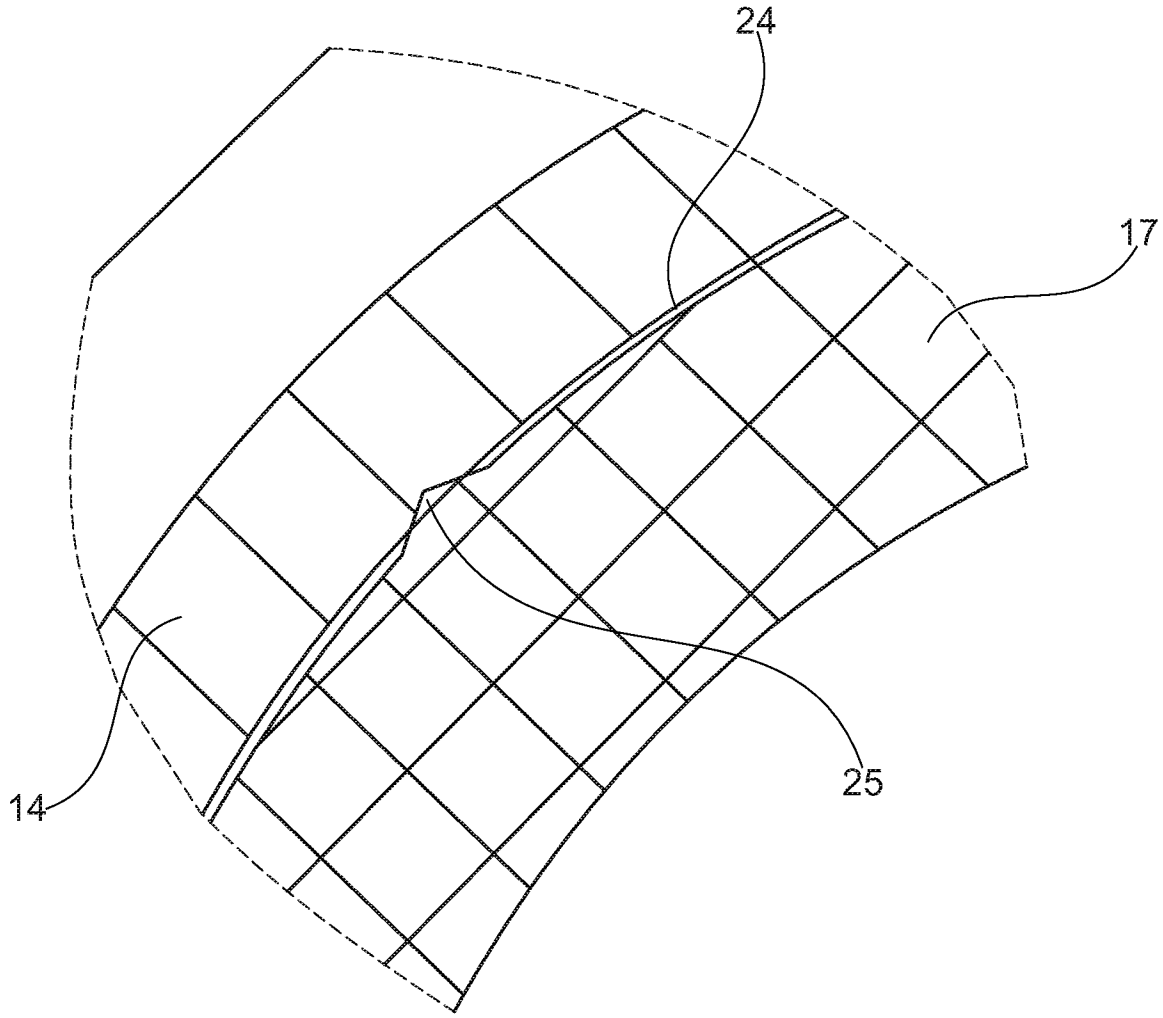


Fig. 4

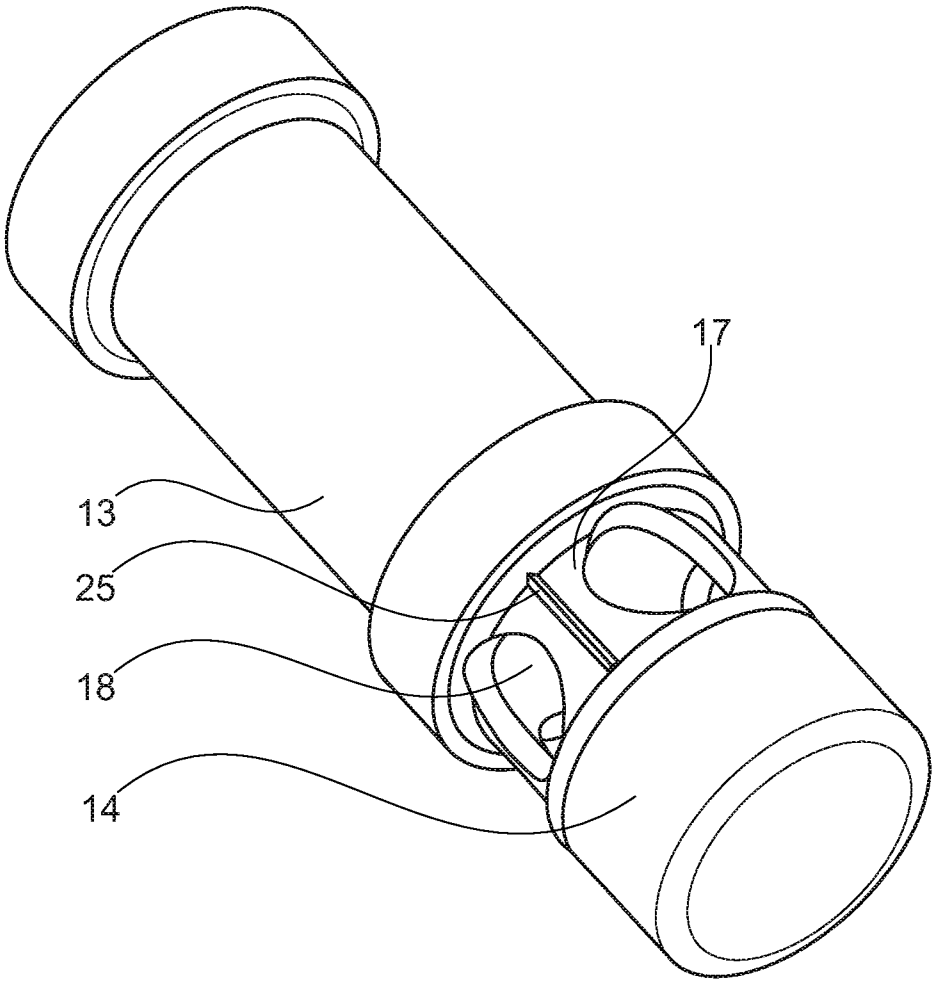


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16K31/06 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)
F16K 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.
X	WO 2006/079382 A1 (INA SCHAEFFLER KG [DE]; DAUT KLAUS [DE]) 3 August 2006 (2006-08-03)	1-4,7-10
Y	the whole document	1-5,8,9
A		6

Y	DE 10 2006 031517 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 10 January 2008 (2008-01-10)	1-5,8,9
A	the whole document	6

Y	DE 10 2007 026831 B3 (HYDRAULIK RING GMBH [DE]) 2 October 2008 (2008-10-02) claim 1	1,9

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
28 October 2015	06/11/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Clot, Pierre

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200368

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2010 049551 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 26 April 2012 (2012-04-26) cited in the application the whole document -----	1-10
A	DE 10 2012 221721 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 28 May 2014 (2014-05-28) claim 5; figures 1,2 -----	1

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2015/200368

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006079382 A1	03-08-2006	CN 101107426 A	16-01-2008
		DE 102005003446 A1	10-08-2006
		EP 1841954 A1	10-10-2007
		JP 4971996 B2	11-07-2012
		JP 2008528891 A	31-07-2008
		KR 20070100335 A	10-10-2007
		US 2008163837 A1	10-07-2008
		WO 2006079382 A1	03-08-2006
DE 102006031517 A1	10-01-2008	NONE	
DE 102007026831 B3	02-10-2008	NONE	
DE 102010049551 A1	26-04-2012	CN 103189605 A	03-07-2013
		DE 102010049551 A1	26-04-2012
		JP 2013540946 A	07-11-2013
		US 2013200289 A1	08-08-2013
		WO 2012055597 A1	03-05-2012
DE 102012221721 A1	28-05-2014	DE 102012221721 A1	28-05-2014
		WO 2014082627 A1	05-06-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200368

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16K31/06 F01L1/344
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16K 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.
X	WO 2006/079382 A1 (INA SCHAEFFLER KG [DE]; DAUT KLAUS [DE]) 3. August 2006 (2006-08-03)	1-4,7-10
Y	das ganze Dokument	1-5,8,9
A		6

Y	DE 10 2006 031517 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 10. Januar 2008 (2008-01-10)	1-5,8,9
A	das ganze Dokument	6

Y	DE 10 2007 026831 B3 (HYDRAULIK RING GMBH [DE]) 2. Oktober 2008 (2008-10-02) Anspruch 1	1,9

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. Oktober 2015	06/11/2015

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

2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200368

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 049551 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 26. April 2012 (2012-04-26) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10
A	DE 10 2012 221721 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 28. Mai 2014 (2014-05-28) Anspruch 5; Abbildungen 1,2 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200368

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006079382 A1	03-08-2006	CN 101107426 A	16-01-2008
		DE 102005003446 A1	10-08-2006
		EP 1841954 A1	10-10-2007
		JP 4971996 B2	11-07-2012
		JP 2008528891 A	31-07-2008
		KR 20070100335 A	10-10-2007
		US 2008163837 A1	10-07-2008
		WO 2006079382 A1	03-08-2006
DE 102006031517 A1	10-01-2008	KEINE	
DE 102007026831 B3	02-10-2008	KEINE	
DE 102010049551 A1	26-04-2012	CN 103189605 A	03-07-2013
		DE 102010049551 A1	26-04-2012
		JP 2013540946 A	07-11-2013
		US 2013200289 A1	08-08-2013
		WO 2012055597 A1	03-05-2012
DE 102012221721 A1	28-05-2014	DE 102012221721 A1	28-05-2014
		WO 2014082627 A1	05-06-2014