(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
6. August 2015 (06.08.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/113533 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/200611

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Oktober 2014 (31.10.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 201 562.6
29. Januar 2014 (29.01.2014) DE

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

(72) Erfinder: **KÖHLER, David**; Kirchenweg 64, 91349 Egloffstein (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)*

(54) Title: CONTROL VALVE FOR A CAMSHAFT ADJUSTER

(54) Bezeichnung : STEUERVENTIL FÜR EINEN NOCKENWELLENVERSTELLER

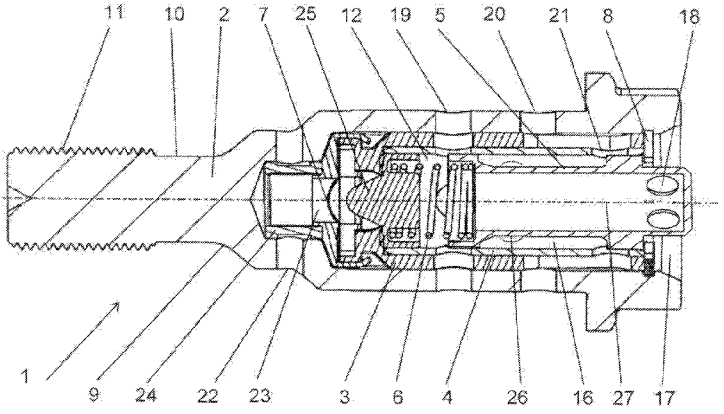


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a control valve for a camshaft adjuster. The control valve contains a hollow cylindrical control piston, which has radially arranged piston openings on a piston head of the control piston, which piston head has a reduced diameter in comparison with the adjacent segment. Pressure medium flows along the outer cylindrical surface of the control piston, reaches into the piston openings, and causes a flow force that depends on the relative position of the control piston in the circumferential direction. For the purpose of weakening this dependence, the piston openings and sleeve openings are distributed over the circumference, wherein the angle between the axes of the piston openings differs from the angle between the axes of the sleeve openings and wherein the same angle range covered by the piston openings and sleeve openings at the same time, in dependence on the position of the control piston in relation to the control sleeve, remains approximately the same.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/113533 A1

Die Erfindung betrifft ein Steuerventil für einen Nockenwellenversteller. Das Steuerventil beinhaltet einen hohlzylindrisch ausgebildeten Steuerkolben, der an seinem im Vergleich zum benachbarten Abschnitt im Durchmesser verminderten Kolbenkopf radial angeordnete Kolbenöffnungen aufweist. Druckmittel fließt entlang der Außenmantelfläche des Steuerkolbens, greift in die Kolbenöffnungen und ruft eine von der relativen Lage des Steuerkolbens in Umfangsrichtung abhängige Strömungskraft hervor. Zwecks Schwächung dieser Abhängigkeit sind die Kolben-und Hülsenöffnungen über den Umfang verteilt angeordnet, wobei der Winkel zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen sich unterscheidet von dem Winkel zwischen den Achsen der Hülsenöffnungen und wobei dervon den Kolben-und Hülsenöffnungen zu der gleichen Zeit überdeckte gleiche Winkelbereich –in Abhängigkeit von der relativen Lage des Steuerkolbens zu der Steuerhülse in Umfangsrichtung –annähernd gleich bleibt.

Bezeichnung der Erfindung

Steuerventil für einen Nockenwellenversteller

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Steuerventile, die gemeinsam mit Nockenwellenverstellern zu der Regelung des Betriebs eines Verbrennungsmotors eingesetzt werden. Mit derartigen Vorrichtungen wird Einfluss auf den Vorgang genommen, der beim Ladungswechsel abläuft: Eine Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle ändert deren Position relativ zu der Phasenlage der Kurbelwelle; somit lassen sich die Öffnungs- und Schließzeiten von Gaswechselventilen zu einem früheren bzw. späteren Zeitpunkt des durchlaufenen Kreisprozesses verschieben. Das Ziel der Regelung besteht darin, den Betrieb des Verbrennungsmotors unter Berücksichtigung des Motorkennfelds dahingehend zu optimieren, dass Verbrauch und Emissionen reduziert werden. Die Güte der Regelung ist von der zuverlässigen Einstellung der relativen Phasenlage abhängig, woraus sich hohe Anforderungen an die Präzision des Steuerventils ergeben.

Aus der DE 10 2008 004 591 A1 ist ein Steuerventil bekannt, das ein Ventilgehäuse mit wenigstens einem Zulaufanschluss, wenigstens zwei Versorgungs- bzw. Arbeitsanschlüssen und wenigstens einem Ablaufanschluss enthält. Innerhalb des Ventilgehäuses ist ein hohl gestalteter und axial verschiebbarer Steuerkolben geführt, durch den der Zulaufanschluss positionsabhängig über wenigstens einen ersten Druckmittelpfad mit einem der Arbeitsanschlüsse verbindbar ist, während der andere Arbeitsanschluss über wenigstens einen zweiten Druckmittelpfad mit dem Ablaufanschluss verbindbar ist. Der wenigstens eine, nicht dem Ablaufanschluss zugewandte Arbeitsanschluss kann mit dem Ablaufanschluss über einen dritten Druckmittelpfad verbunden werden, dessen Verlauf teilweise durch das Innere des Steuerkolbens führt. Der dem Ablaufanschluss zugewandte Arbeitsanschluss hingegen kann direkt mit dem Ablaufanschluss in Verbindung gebracht werden, der Druckmittelpfad verläuft zwischen dem Steuerkolben und der Steuerhülse.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuerventil anzugeben, welches eine besonders genaue Einstellung der Ventilkolbenlage ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Kolben- und Hülsenöffnungen über den Umfang angeordnet sind, wobei der Winkel zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen sich unterscheidet von dem Winkel zwischen den Achsen der Hülsenöffnungen und wobei der von den Kolben- und Hülsenöffnungen zu der gleichen Zeit überdeckte gleiche Winkelbereich – in Abhängigkeit von der relativen Lage des Steuerkolbens zu der Steuerhülse in Umfangsrichtung – annähernd gleich bleibt.

Nach Erkenntnis der Erfindung beeinflussen radial angeordnete Öffnungen am Steuerkolben den Kennlinienverlauf des bereitgestellten Hydraulikmittels, also dessen Volumenstrom in Abhängigkeit von der Schaltstellung des Steuerventils. Hydraulikmittel strömt in axialer Richtung entlang der Außenmantelfläche des Steuerkolbens, greift in radiale Öffnungen ein und ruft eine Strömungskraft hervor.

Die Einflussnahme auf den Kennlinienverlauf wirkt aber nur mittelbar: Unmittelbar hängt der realisierte Verlauf von der axialen Stellung des Steuerkolbens relativ zu der Steuerhülse ab. Zum einen wird durch axiale Positionierung des Steuerkolbens eine – gewünschte – Schaltstellung verwirklicht. Zum anderen wird aber – unerwünscht – durch eine ungenaue Positionierung des Steuerkolbens die Charakteristik der Steuerabschnitte verändert. Ein ungleichmäßiger Verlauf der Kennlinie kann somit direkt auf die Positionier- und Wiederholgenauigkeit der Ansteuerung der verschiedenen Schaltpositionen zurückgeführt werden.

Die Ansteuerung des Steuerkolbens erfolgt in der Regel mit Hilfe eines elektromagnetischen angetriebenen Aktors. Der Anker des Elektromagneten wird in Abhängigkeit von der Bestromung des Elektromagneten in axialer Richtung verschoben, über eine Stößelstange wird die Ankerbewegung in eine axiale Bewegung des Steuerkolbens umgesetzt. Die durch den Elektromagneten hervorgerufene und auf die Stößelstange übertragene Kraft wirkt wiederum gegen die Kraft einer Feder. Die axiale Postionierung des Steuerkolbens ist somit von einem Kräftegleichgewicht abhängig, das sich infolge der Ausrückkraft der

Stößelstange und der entgegen gerichteten Federkraft einstellt. Die Stabilität der für das Gleichgewicht relevanten Kräfte bestimmt die Positionier- und Wiederholgenauigkeit.

Radiale Öffnungen am Kolbenkopf beeinflussen das Kräftegleichgewicht. In Abhängigkeit von der Schaltstellung strömt Hydraulikmittel in axialer Richtung entlang der Außenmantelfläche des Steuerkolbens. Die Strömung greift in radiale Öffnungen des Steuerkolbens – die Kolbenöffnungen – ein und beaufschlagt den Steuerkolben mit einer Strömungskraft. Die Strömungskraft muss demnach bei der Bestimmung des Kräftegleichgewichts Berücksichtigung finden.

Der Strom des Hydraulikmittels verläuft entlang definierter Kanäle, die durch die Hülsenöffnungen vorgegeben werden. Die Strömung ist demnach nicht gleichmäßig über den Umfang des Steuerkolbens verteilt. Bei der Bestimmung des Kräftegleichgewichts muss daher die relative Lage des Steuerkolbens berücksichtigt werde, die sich zufällig gegenüber der Lage der Steuerhülse einstellt; der Steuerkolben ist nicht verdrehsicher zu der Lage der Steuerhülse festgelegt. Die zufällige Lage des Steuerkolbens und der Verlauf des Stroms entscheiden also darüber, ob der Hydraulikmittelstrom in eine radiale Öffnung am Kolbenkopf eingreift oder nicht. Die Strömungskraft, die in die radialen Öffnungen am Kolbenkopf eingreift, kann somit im voraus nicht bestimmt werden und kann unmittelbar zu einem ungleichmäßigen Verlauf der Kennlinie führen.

Die Erfindung reduziert auf einfache Weise die Abhängigkeit des Kennlinienverlaufs, die in Bezug auf die relative Lage des Steuerkolbens in Umfangsrichtung und bezüglich des Strömungsverlaufs besteht. In Kenntnis dieser Abhängigkeit würde ein Fachmann versuchen, die Ursachen des ungleichmäßigen Kennlinienverlaufs direkt anzugehen – erstens kann die Lage des Steuerkolbens in Umfangrichtung festgelegt werden, alternativ wird die Ursache dadurch behoben, dass der Strömungsverlauf des Hydraulikmittels gleichmäßig über den Umfang des Steuerkolbens verteilt wird.

Der direkte Weg führt jedoch zu Lösungen, die andere Eigenschaften des Steuerventils verschlechtern: Erstens würde eine Festlegung der Lage des Steuerkolbens in Umfangsrichtung, beispielsweise mit Hilfe einer Führung,

weitergehende konstruktive Anpassungen bestehender Ausführungsformen erforderlich machen. Die Führung des Steuerkolbens verursacht im Vergleich zu der Erfindung einen höheren Herstellungsaufwand, weil sowohl die Steuerhülse als auch der Steuerkolben konstruktiv an die Führung angepasst werden müssen. Zudem zieht die Anpassung der Bauteile weitere Nachteile nach sich; beispielsweise greift eine Führung in den Verlauf einer Umfangsnut ein und beeinträchtigt somit die Vielseitigkeit des Steuerventils.

Eine alternative Lösung könnte darin bestehen, den Strömungsverlauf des Hydraulikmittels gleichmäßig über den Umfang des Steuerkolbens zu verteilen. Somit wäre die Kraft, die aufgrund der Strömung auf den Steuerkolben wirkt, unabhängig von seiner relativen Lage in Umfangsrichtung. Aber auch diese Lösung ist nachteilig im Vergleich zu der Erfindung. Eine gleichmäßige Verteilung wäre konstruktiv zwangsläufig mit einem größeren axialen Abstand verbunden zwischen den Öffnungen am Kolbenkopf und den Öffnungen an der Steuerhülse. Mit der Erfindung dagegen werden diese Nachteile vermieden und ein annähernd gleichmäßiger Kennlinienverlauf erreicht bei gleichzeitig kompakter Bauweise des Steuerventils.

Eine weitere Verbesserung der Kennliniengüte kann dadurch erreicht werden, dass die Anzahl der radial angeordneten Kolbenöffnungen und die Anzahl der radial angeordneten Hülsenöffnungen keinen gemeinsamen Teiler haben. Der Vorteil der Ausführungsform besteht in einer besonders gleichmäßig verlaufenden Strömungskraft. Über den gesamten Bereich der möglichen Lage des Steuerkolbens in Umfangsrichtung – relativ zu der Lage der Steuerhülse – überdecken sich höchstens eine Kolben- und eine Hülsenöffnung; weitere Öffnungen überdecken sich nur teilweise.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, die Anzahl der radial angeordneten Kolbenöffnungen um eine Öffnung größer oder kleiner zu wählen als die Anzahl der radial angeordneten Hülsenöffnungen.

In vorteilhafter Weise kann die Erfindung ausgestaltet werden, indem am Kolbenkopf drei oder fünf radial angeordnete Kolbenöffnungen ausgebildet sind

und an der Steuerhülse vier radial angeordnete Hülsenöffnungen ausgebildet sind. Der Erfindungsgedanke kann in dieser Ausführungsform mit minimalem Bearbeitungsaufwand verwirklicht werden. Das gleiche gilt für den Fall, dass an der Steuerhülse drei oder fünf radial angeordnete Hülsenöffnungen ausgebildet sind und am Kolbenkopf vier radial angeordnete Kolbenöffnungen ausgebildet sind.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung können die radial angeordneten Kolbenöffnungen und die radial angeordneten Hülsenöffnungen axial versetzt angeordnet sein. Das Problem des Eingreifens einer Strömungskraft besteht zwar nach wie vor; es kann aber eine weitere Verbesserung der Kennliniengüte erreicht werden, wenn infolge eines axialen Versatzes Einfluss auf den Strömungsverlauf genommen wird, indem die Strömung über größere Flächen der Außenmantelfläche des Steuerkolbens verteilt wird. Gleichzeitig kann eine kompakte Bauweise des Steuerventils weitestgehend beibehalten werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Steuerhülse und ein Druckmittelleiteinsatz einstückig ausgebildet. In diesem Fall erfüllen der Druckmittelleiteinsatz und die Steuerhülse die Funktion der Steuerhülse gemeinsam.

Das Steuerventil kommt bevorzugt in einem Nockenwellenversteller zum Einsatz. Sofern das Steuerventil in einem Nockenwellenversteller eingesetzt wird, sind die radial angeordneten Öffnungen am Kolbenkopf und an der Steuerhülse Ablauföffnungen oder Zulauföffnungen für ein Hydraulikmittel.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei Bezug auf die Zeichnungen genommen wird. Gleichwirkende Elemente sind in den Zeichnungen mit gleichem Bezugszeichen bezeichnet. Es zeigen:

Fig. 1: einen Längsschnitt eines Steuerventils. Die Zeichnung veranschaulicht ein besonders für Nockenwellenversteller geeignetes Ausführungsbeispiel;

Fig. 2: eine perspektivische Ansicht eines Steuerkolbens des Steuerventils aus **Fig. 1**;

Fig. 3: einen Querschnitt des Steuerkolbens aus **Fig. 2**;

Fig. 4: eine perspektivische Ansicht einer Steuerhülse des Steuerventils aus **Fig. 1** und

Fig. 5: einen Querschnitt der Steuerhülse aus **Fig. 4**.

In **Fig. 1** ist ein besonders für Nockenwellenversteller geeignetes Ausführungsbeispiel des Steuerventils **1** gezeigt. Das Steuerventil **1** ist in Form eines Zentralventils ausgestaltet, das in eine Zentralbohrung des Rotors eines Nockenwellenverstellers in Flügelzellenbauart eingesetzt werden kann (nicht gezeigt). Die prinzipielle Art des Zusammenwirkens zwischen Steuerventil und Nockenwellenversteller ist dem Fachmann aus der DE 10 2005 052481 A1 bekannt, in der auch die Anbindung an das Hydrauliksystem beschrieben wird. Auf die Offenbarung der genannten Druckschrift wird ausdrücklich Bezug genommen.

Fig. 1 veranschaulicht ein Steuerventil **1** mit einem Ventilgehäuse **2**, einem Druckmittelleiteinsatz **3** und einer Steuerhülse **4** sowie mit einem Steuerkolben **5**. Das Steuerventil **1** enthält ferner ein Federelement **6**, eine Rückschlagventileinheit **7** und einen Sicherungsring **8**.

Das Ventilgehäuse **1** umfasst einen sich stufenförmig erweiternden Gehäuserumpf **9** mit einem Gehäuseschaft **10**, der mit einem Außengewinde **11** versehen ist. Die Einheit aus Druckmittelleiteinsatz **3** und Steuerhülse **4** ist im Gehäusehohlraum **12** angeordnet und bildet eine axiale Führung für den Steuerkolben **5**.

Der Steuerkolben **5** weist (wie aus **Fig. 2** hervorgeht) einen ersten Abschnitt **13** und einen zweiten Abschnitt **14** auf, die einen dritten Abschnitt **15** mit verringer-

tem Durchmesser einschließen. Der dritte Abschnitt **15** formt mit der inneren Wandung der Steuerhülse eine Steuernut **16**. Der Kolbenkopf **17a** bildet einen der Gehäusehohlraumöffnung **17** zugewandten vierten Abschnitt, der einen im Vergleich zum Durchmesser des zweiten Abschnitts **14** verminderten Durchmesser aufweist. Am Kolbenkopf 16 befinden sich radial angeordnete Kolbenöffnungen **18**. Weitere radial angeordnete Öffnungen befinden sich am Ventilgehäuse, an dem Druckmittelleiteinsatz und an der Steuerhülse, die einen ersten Radialdurchtritt **19**, einen zweiten Radialdurchtritt **20** und die Hülsenöffnung **21** bilden. Der erste und der zweite Radialdurchtritt **19**, **20** bilden den Versorgungs- bzw. Arbeitsanschlüsse A bzw. B.

Über einen dritten Radialdurchtritt **22** – dem Zulauf bzw. Druckanschluss P – kann Druckmittel über eine nicht im Detail dargestellte Druckmittelleitung dem Steuerventil **1** zugeführt werden. Über eine Zentralöffnung **23** strömt das Druckmittel in Richtung Gehäusehohlraum **12** und passiert einen Ringfilter **24** und eine Rückschlagventileinheit **7**. Die Rückschlagventileinheit **7** des dargestellten Steuerventils ist als Rückschlagventil mit Dichtscheibe ausgestaltet, eine Überdehnung der Dichtscheibe wird durch einen Anschlag **25** verhindert; es sind aber auch andere Ausführungsformen eines Rückschlagventils denkbar, z.B. ein aus einer Kugel geformtes Schließelement.

Über eine Steuernutöffnung **26** gelangt der Druckmittelstrom in die Steuernut **16**. Die Verbindung mit einem der Versorgungs- bzw. Arbeitsanschlüsse A oder B erfolgt über die axiale Positionierung des Steuerkolbens **5**, die z.B. mittels einer elektromagnetisch angetriebenen Stelleinheit (nicht dargestellt) gegen die Kraft eines Federelements **7** eingestellt wird. In Abhängigkeit von der axialen Lage des Steuerkolbens **5** fließt das Druckmittel über die Steuernut **16** entweder zum Versorgungs- bzw. Arbeitsanschluss A oder B. Der jeweils nicht mit dem Zulauf verbundene Arbeitsanschluss ist mit dem Ablauf verbunden, dem Tankanschluss T, der Ablauf erfolgt über die Gehäusehohlraumöffnung **17**. Das ablaufende Druckmittel vom Arbeitsanschluss A tritt durch den ersten Radialdurchtritt **19** in den Gehäusehohlraum **17** und setzt seinen Weg zum Ablauf bzw. Tankanschluss T über den Kolbenhohlraum **27** fort. Der Austritt erfolgt über die Kolbenöffnungen **18**.

Der Ablauf des Druckmittels vom Arbeitsanschluss B nimmt einen anderen Weg. Aufgrund der axialen Stellung des Steuerkolbens **5** ist der direkte Weg zu der Gehäusehohlraumöffnung **17** freigegeben. Das Druckmittel fließt durch die Hülsenöffnung **21** in den Gehäusehohlraum **12**, setzt seinen Weg entlang der Außenmantelfläche des Steuerkolbens **5** fort und gelangt letztendlich zum Ablauf- bzw. Tankanschluss T. Während des Ablaufs greift der Druckmittelstrom in die Kolbenöffnungen **18** ein und erzeugt eine Strömungskraft. Durch die annähernd gleich großen Winkelbereiche (siehe **Fig. 3, 5**), die gleichzeitig von Kolben- und Hülsenöffnungen **18**, **21** überdeckt werden, wird die Abhängigkeit der Strömungskraft von der relativen Stellung des Steuerkolbens **5** zur Steuerhülse **4** in Umfangsrichtung reduziert.

Der Steuerkolben **5** aus **Fig. 1** wird in **Fig. 2** gezeigt. Veranschaulicht ist ein erster Abschnitt bzw. eine erste Steuerkante **13** und ein zweiter Abschnitt bzw. eine zweite Steuerkante **14**, die einen dritten Abschnitt **15** mit reduziertem Durchmesser einschließen. An den ersten Abschnitt **13** schließt sich ein vierter Abschnitt an, der den Kolbenkopf **17a** bildet. Der Steuerkolben weist an seinem Kolbenkopf **17a** drei radial angeordnete Kolbenöffnungen **18** auf. Die Kolbenöffnungen **18** können im Wesentlichen kreisrund sein, aber auch durch eine andere geometrische Form verwirklicht werden.

In **Fig. 3** ist ein Querschnitt des Steuerkolbens **5** aus **Fig. 2** dargestellt. Zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen **18** ist ein Winkel eingezeichnet, der als Kolbenwinkel **28** bezeichnet wird. Die Kolbenwinkel **28** zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen **18** ist in der dargestellten Ausführungsform zwischen allen Achsen gleich groß, die Kolbenöffnungen **18** sind demnach gleichmäßig über den Umfang des Kolbenkopfes **17a** verteilt.

Denkbar ist aber auch eine ungleichmäßige Verteilung der Kolbenöffnungen **18** über den Umfang des Kolbenkopfes **17a**. In diesem Fall müssen die Winkel zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen **18** sich sowohl allein als auch in ihrer schrittweise addierten Summe von den Winkeln zwischen den Achsen der Hülsenöffnungen **21** sowohl allein als auch in ihrer schrittweiseaddierten Summe mit Ausnahme des Vollwinkels unterscheiden.

Die Steuerhülse **4** aus **Fig. 1** ist in **Fig. 4** gezeigt. An der Steuerhülse **4** sind ein erster Druckmitteldurchtritt **29**, ein zweiter Druckmitteldurchtritt bzw. die vier Hülsenöffnungen **21** und die Steuernutöffnung **26** ausgebildet. Die vier Hülsenöffnungen **21** sind gleichmäßig über den Umfang verteilt sind und können als Schlitze ausgebildet sein, die sich in axialer Richtung erstrecken; es kann aber auch jede andere geometrische Form dem Ablauf eines Hydraulikmittels dienen.

In **Fig. 5** wird mittels eines Querschnitts der Steuerhülse **4** der Winkel zwischen den Achsen der Hülsenöffnungen veranschaulicht, der hier mit Hülsenwinkel **30** bezeichnet wird. Die Hülsenöffnungen **21** sind gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet. In Betracht kommt aber ebenso eine ungleichmäßige Verteilung; auch in diesem Fall müssen sich die Winkel zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen **18** sowohl allein als auch in ihrer schrittweise addierten Summe von den Winkeln zwischen den Achsen der Hülsenöffnungen **21** sowohl allein als auch in ihrer schrittweise addierten Summe mit Ausnahme des Vollwinkels unterscheiden.

Bezugszeichenliste

1	Steuerventil
2	Ventilgehäuse
3	Druckmittelleiteinsatz
4	Steuerhülse
5	Steuerkolben
6	Federelement
7	Rückschlagventil
8	Sicherungsring
9	Gehäuserumpf
10	Gehäuseschaft
11	Außengewinde
12	Gehäusehohlraum
13	erster Abschnitt bzw. erste Steuerkante
14	zweiter Abschnitt bzw. zweite Steuerkante
15	dritter Abschnitt
16	Steuernut
17	Gehäusehohlraumöffnung
17a	vierter Abschnitt bzw. Kolbenkopf
18	Kolbenöffnung
19	erster Radialdurchtritt
20	zweiter Radialdurchtritt
21	Hülsenöffnung bzw. zweiter Druckmitteldurchtritt
22	dritter Radialdurchtritt
23	Zentralöffnung
24	Ringfilter
25	Anschlag
26	Steuernutöffnung
27	Kolbenhohlraum
28	Kolbenwinkel

29 erster Druckmitteldurchtritt

30 Hülsenwinkel

Patentansprüche

1. Steuerventil mit einem hohlzylindrisch ausgebildeten Steuerkolben, der an seinem im Vergleich zum benachbarten Abschnitt im Durchmesser verminderten Kolbenkopf radial angeordnete Kolbenöffnungen aufweist, und mit einer als axiale Führung des Steuerkolbens dienenden Steuerhülse, die an ihrem dem Kolbenkopf zugewandten Endabschnitt radial angeordnete Hülsenöffnungen aufweist, sowie mit zwei Druckmittelpfaden geeignet zu der Führung eines Druckmittelstroms, wobei einer der Druckmittelpfade durch die Hülsenöffnung führt und zumindest teilweise in axialer Richtung entlang eines Abschnitts der Außenmantelfläche des Kolbenkopfes, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben- und Hülsenöffnungen über den Umfang verteilt angeordnet sind, wobei der Winkel zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen sich unterscheidet von dem Winkel zwischen den Achsen der Hülsenöffnungen und wobei der von den Kolben- und Hülsenöffnungen zu der gleichen Zeit überdeckte gleiche Winkelbereich – in Abhängigkeit von der relativen Lage des Steuerkolbens zu der Steuerhülse in Umfangsrichtung – annähernd gleich bleibt.

2. Steuerventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben- und/oder Hülsenöffnungen ungleichmäßig über den Umfang verteilt sind, wobei die Winkel zwischen den Achsen der Kolbenöffnungen sowohl allein als auch in ihrer schrittweise addierten Summe sich von den Winkeln zwischen den Achsen der Hülsenöffnungen sowohl allein als auch in ihrer schrittweise addierten Summe mit Ausnahme des Vollwinkels unterscheiden.

3. Steuerventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der radial angeordneten Kolbenöffnungen und die Anzahl der radial angeordneten Hülsenöffnungen keinen gemeinsamen Teiler haben.

4. Steuerventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der radial angeordneten Kolbenöffnungen um eine Öffnung größer oder kleiner ist als die Anzahl der radial angeordneten Hülsenöffnungen.

5. Steuerventil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Kolbenkopf drei oder fünf radial angeordnete Kolbenöffnungen ausgebildet sind und an der Steuerhülse vier radial angeordnete Hülsenöffnungen ausgebildet sind.

6. Steuerventil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Steuerhülse drei oder fünf radial angeordnete Hülsenöffnungen ausgebildet sind und am Kolbenkopf vier radial angeordnete Kolbenöffnungen ausgebildet sind.

7. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial angeordneten Kolbenöffnungen und die radial angeordneten Hülsenöffnungen axial versetzt angeordnet sind.

8. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse und ein Druckmittelleiteinsatz einstückig ausgebildet sind.

9. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial angeordneten Öffnungen am Kolbenkopf und an der Steuerhülse Ablauföffnungen oder Zulauföffnungen für ein Hydraulikmittel sind.

10. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil zur Steuerung eines Nockenwellenverstellers eingesetzt wird.

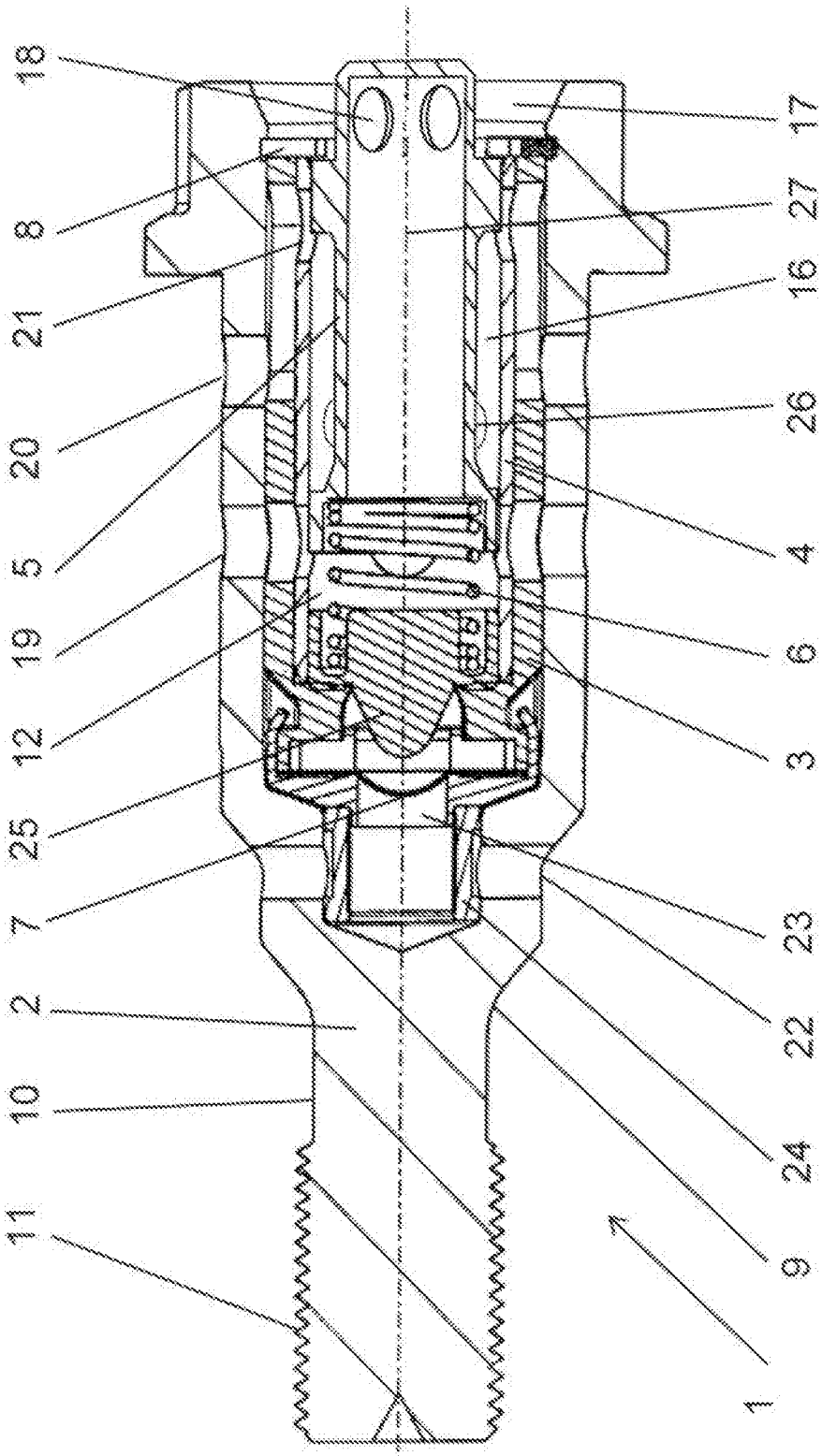


Fig. 1

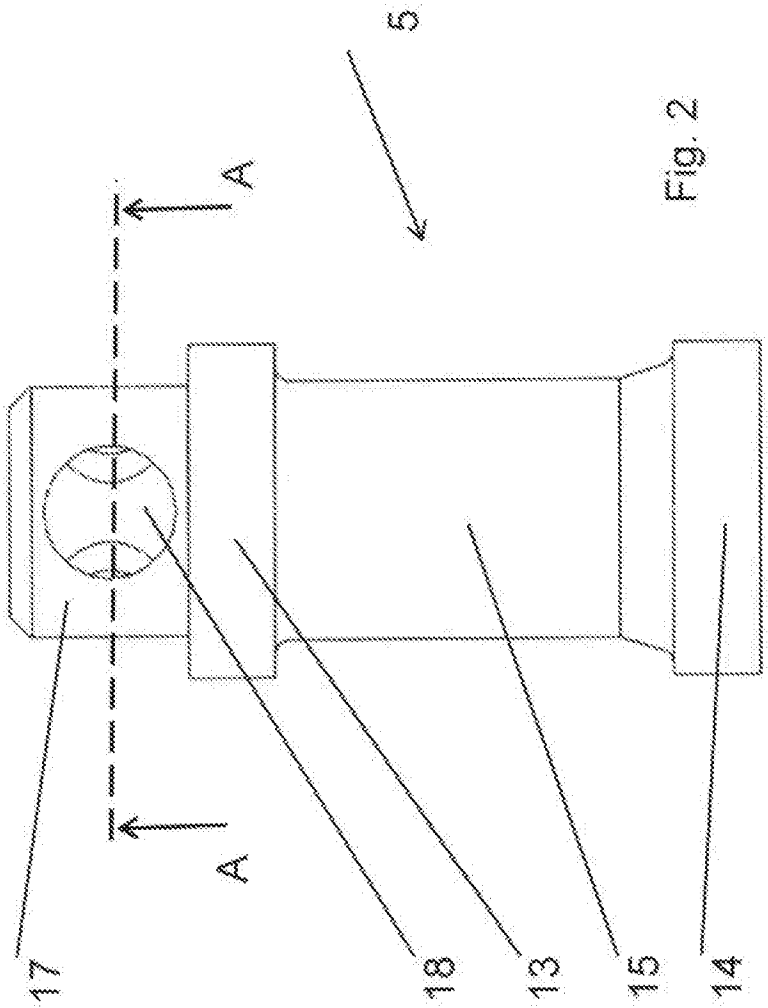


Fig. 2

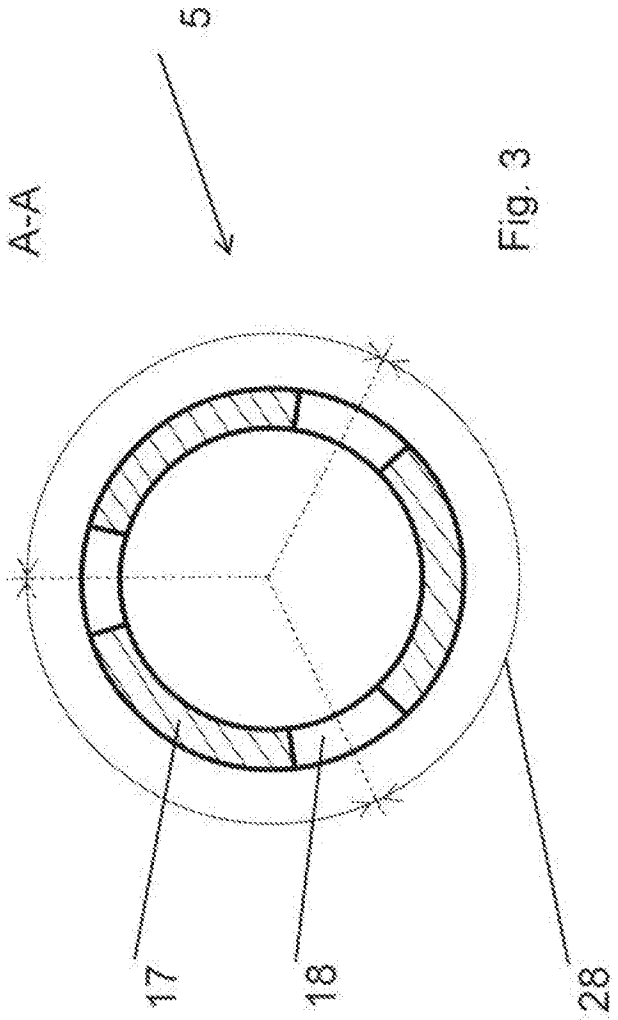


Fig. 3

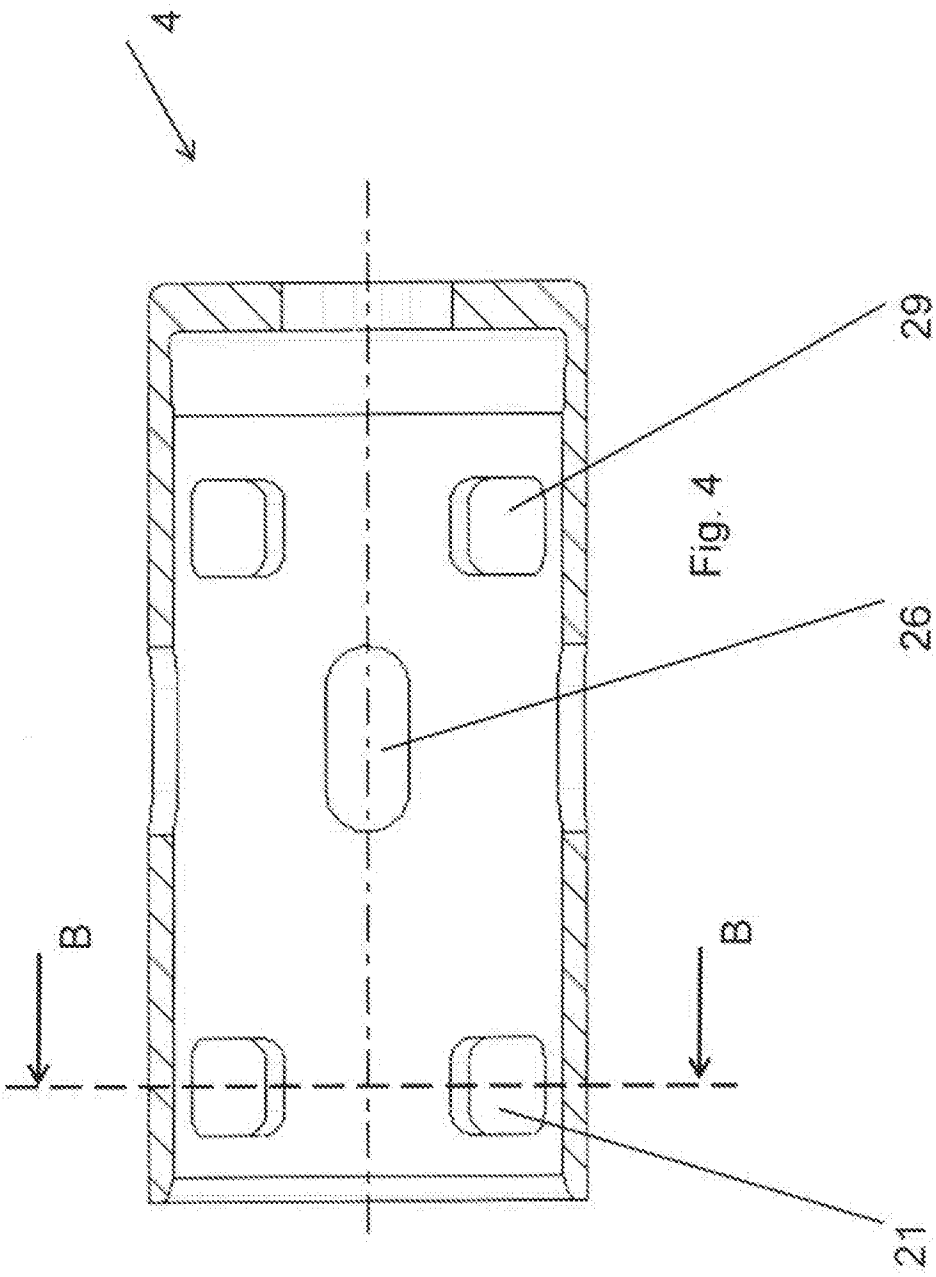


Fig. 4

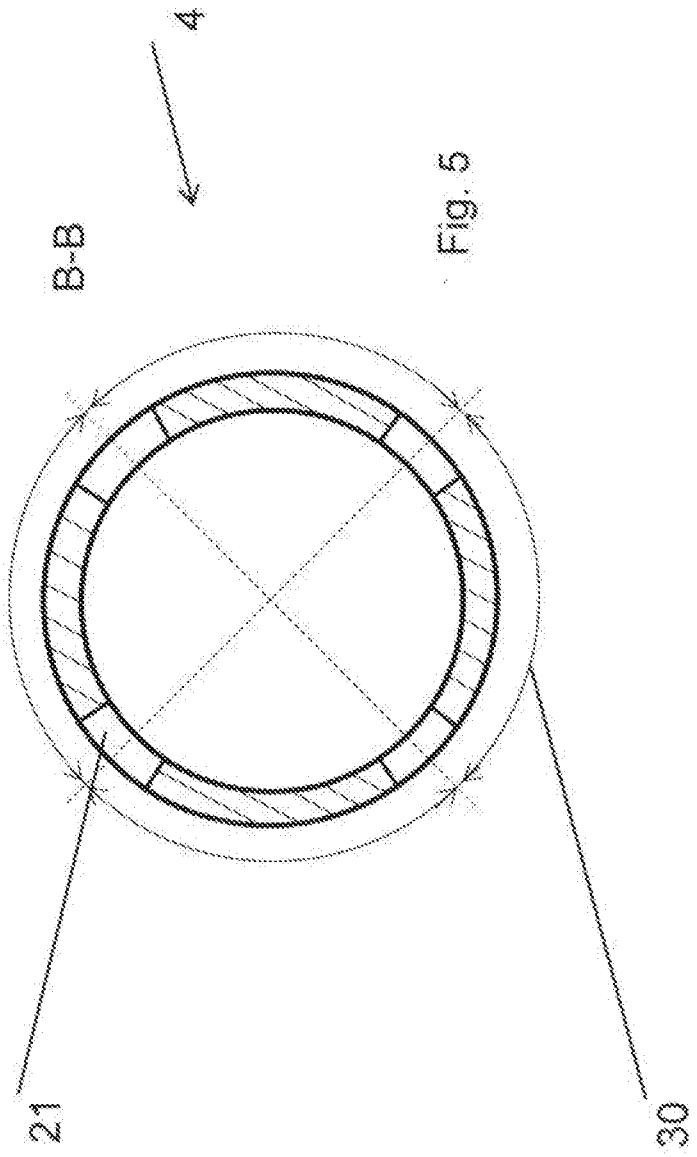


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/200611

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 2012 208809 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 28 November 2013 (2013-11-28) figures 1,2	1-10
A	DE 10 2011 003556 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 9 August 2012 (2012-08-09) figure 1	1
A	DE 10 2009 039385 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 3 March 2011 (2011-03-03) paragraph [0032]; figures 4,5	1

-/--

[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
20 February 2015	06/03/2015

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

1

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

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 2008 004591 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 23 July 2009 (2009-07-23) cited in the application the whole document -----	1-10
A	DE 10 2005 052481 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 24 May 2007 (2007-05-24) cited in the application the whole document -----	1-10

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2014/200611

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012208809 A1	28-11-2013	DE 102012208809 A1	28-11-2013
		WO 2013174531 A1	28-11-2013
DE 102011003556 A1	09-08-2012	CN 103348101 A	09-10-2013
		DE 102011003556 A1	09-08-2012
		US 2013312677 A1	28-11-2013
		WO 2012104242 A1	09-08-2012
DE 102009039385 A1	03-03-2011	CN 102482957 A	30-05-2012
		DE 102009039385 A1	03-03-2011
		EP 2470757 A1	04-07-2012
		US 2012152189 A1	21-06-2012
		WO 2011023488 A1	03-03-2011
DE 102008004591 A1	23-07-2009	CN 101918681 A	15-12-2010
		DE 102008004591 A1	23-07-2009
		EP 2245276 A1	03-11-2010
		KR 20100102659 A	24-09-2010
		US 2010288384 A1	18-11-2010
		WO 2009089960 A1	23-07-2009
DE 102005052481 A1	24-05-2007	AT 440207 T	15-09-2009
		CN 101300408 A	05-11-2008
		DE 102005052481 A1	24-05-2007
		EP 1945917 A1	23-07-2008
		JP 2009515090 A	09-04-2009
		US 2007095315 A1	03-05-2007
		WO 2007051704 A1	10-05-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2014/200611

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 2012 208809 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 28. November 2013 (2013-11-28) Abbildungen 1,2	1-10
A	DE 10 2011 003556 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 9. August 2012 (2012-08-09) Abbildung 1	1
A	DE 10 2009 039385 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 3. März 2011 (2011-03-03) Absatz [0032]; Abbildungen 4,5	1

-/--

[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
20. Februar 2015	06/03/2015

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2014/200611

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 2008 004591 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 23. Juli 2009 (2009-07-23) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10
A	DE 10 2005 052481 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 24. Mai 2007 (2007-05-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2014/200611

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012208809 A1	28-11-2013	DE 102012208809 A1	28-11-2013
		WO 2013174531 A1	28-11-2013
DE 102011003556 A1	09-08-2012	CN 103348101 A	09-10-2013
		DE 102011003556 A1	09-08-2012
		US 2013312677 A1	28-11-2013
		WO 2012104242 A1	09-08-2012
DE 102009039385 A1	03-03-2011	CN 102482957 A	30-05-2012
		DE 102009039385 A1	03-03-2011
		EP 2470757 A1	04-07-2012
		US 2012152189 A1	21-06-2012
		WO 2011023488 A1	03-03-2011
DE 102008004591 A1	23-07-2009	CN 101918681 A	15-12-2010
		DE 102008004591 A1	23-07-2009
		EP 2245276 A1	03-11-2010
		KR 20100102659 A	24-09-2010
		US 2010288384 A1	18-11-2010
		WO 2009089960 A1	23-07-2009
DE 102005052481 A1	24-05-2007	AT 440207 T	15-09-2009
		CN 101300408 A	05-11-2008
		DE 102005052481 A1	24-05-2007
		EP 1945917 A1	23-07-2008
		JP 2009515090 A	09-04-2009
		US 2007095315 A1	03-05-2007
		WO 2007051704 A1	10-05-2007