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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. April 2006 (13.04.2006)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/037422 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 1/08 (2006.01) *F01L 13/06* (2006.01)
F01L 1/24 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/009736

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. September 2005 (10.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 048 288.8 5. Oktober 2004 (05.10.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **INA-SCHAEFFLER KG** [DE/DE]; Industriestr. 1 - 3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GOLOVATAI-SCHMIDT, Eduard** [DE/DE]; Breitäcker 5, 91341 Röttenbach (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **INA-SCHAEFFLER KG**; Industriestr. 1 - 3, 91074 Herzogenaurach (DE).

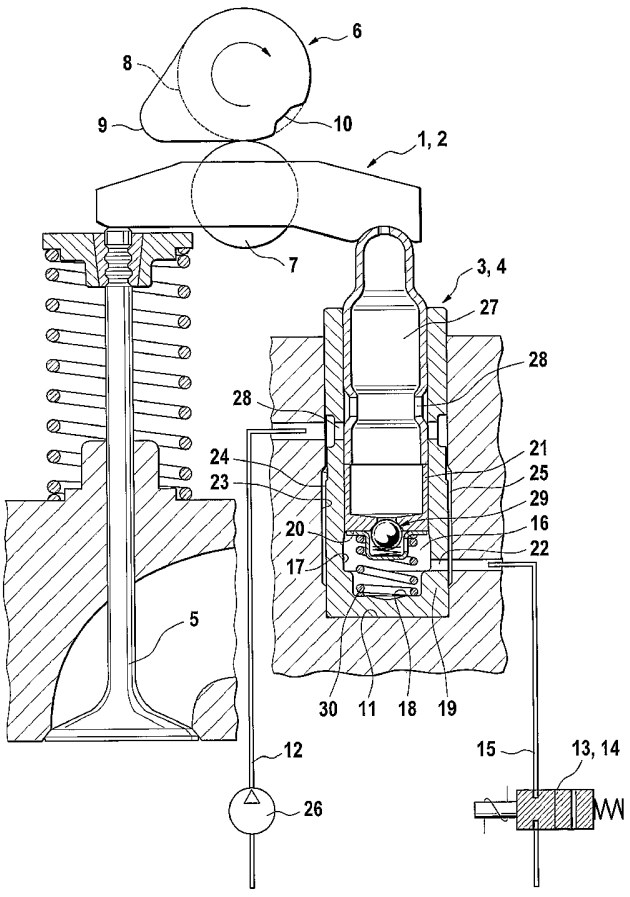
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/037422 A1

(54) **Title:** VARIABLE VALVE DRIVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) **Bezeichnung:** VARIABLER VENTILTRIEB EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a variable valve drive with a device for an operating-condition-dependent secondary lift of a gas exchange valve (5), for exhaust gas recirculation, which cooperates with a cam follower (2) supported on a hydraulic valve play adjuster element (4) and operated by a cam (6). The valve play adjuster element (4) is connected to a hydraulic medium supply path (12) and a hydraulic medium drain path (15) which may be closed by a sealing means (14), whereby a high pressure chamber (16) of the valve play adjuster element (4) is connected to the hydraulic medium drain path (15) by a through opening (22). The cam (6) has a cam projection (9) relative to a base circle (8) for the generation of a primary lift of the gas exchange valve (5) and a cam recess (10), into which the cam follower (2) descends on hydraulic extension of the high pressure chamber (16). In one mode of operation for the internal combustion engine, the primary lift and the secondary lift occur once the cam follower (2) reappears on the base circle (8) from the cam recess (10).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen variablen Ventiltrieb mit einer Einrichtung, die zu einem betriebsartabhängigen Sekundärhub eines Gaswechselventils (5) für ein Abgasrücksaugen dient. Dieses steht mit einem von einem Nocken (6) beaufschlagten und auf einem hydraulischen Ventilspielausgleichselement (4) abstützbar gelagerten Nockenfolger (2) in Wirkverbindung. Das Ventilspielausgleichselement (4) ist mit einem Hydraulikmittelzulaufpfad (12) und mit einem durch Absperrmittel (14) verschließbaren Hydraulikmittelablaufpfad (15) verbunden, wobei ein Hochdruckraum (16) des Ventilspielausgleichselements (4) über eine Durchgangsöffnung (22) mit dem Hydraulikmittelablaufpfad

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(15) in Verbindung steht. Der Nocken (6) hat relativ zu einem Grundkreis (8) eine Nockenerhebung (9) zur Erzeugung eines Primärhubs des Gaswechselventils (5) sowie eine Nockeneinformung (10), in die der Nockenfolger (2) bei hydraulischer Längung des Hochdruckraums (16) eintaucht. In einer Betriebsart der Brennkraftmaschine erfolgen der Primärhub und der Sekundärhub, sobald der Nockenfolger (2) aus der Nockeneinformung (10) auf den Grundkreis (8) austaucht.

Bezeichnung der Erfindung

Variabler Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen variablen Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Einrichtung, die zu einem betriebsartabhängigen Sekundärhub wenigstens eines Gaswechselventils für ein internes Abgasrücksaugen dient. Ein derartig ausgebildeter Ventiltrieb bildet vorzugsweise die mechanische Grundlage zur Umsetzung von homogenen Selbstzündungsbrennverfahren.

Hintergrund der Erfindung

Ein Ventiltrieb mit einem betriebsartabhängigen Sekundärhub des Gaswechselventils ist bereits für eine Einrichtung vorgeschlagen, die als Motorbremse bei luftverdichtenden Brennkraftmaschinen dienen soll. Motorbremsen werden als sicherheitsrelevante Ergänzung zur Betriebsbremse üblicherweise als Dauerbremse bei Nutzfahrzeugen eingesetzt und basieren auf dem Prinzip, dass das Schleppmoment der sich im Schubbetrieb befindlichen und nicht befeuerten Brennkraftmaschine durch Erhöhung der Ladungswechselarbeit erheblich gesteigert werden kann und das Fahrzeug dadurch abgebremst wird. Hierzu wird das Auslassventil während der Verdichtungsphase nochmals geöffnet, so dass die Zylinderladung nicht gasfederartig komprimiert, sondern unter Aufbringung von Ausschiebearbeit in den Auslasskanal geschoben wird. So ist in der DE 40 07 287 A1 eine Motorbremse beschrieben, bei der ein Rollenstößel einen Nocken abgreift, der neben einer konventionellen Nockenerhebung sowie

einem Grundkreis eine Nockeneinformung aufweist, die sich -in Nockendrehrichtung betrachtet- an die Nockenerhebung anschließt. Der Rollenstößel ist über ein integriertes hydraulisches Ventilspielausgleichselement hinaus hydraulisch verlängerbar, indem er eine Kammer aufweist, die sich mit Hydraulikmittel füllt, während der Rollenstößel die Nockeneinformung durchfährt. Der Zu- und Abfluss von Hydraulikmittel zu bzw. aus der Kammer wird über ein Hydraulikventil gesteuert, welches bei aktivierter Motorbremse in der Phase, in der der Nockenfolger aus der Nockeneinformung auf den Grundkreis austaucht, geschlossen ist. In diesem Fall erzeugt der Rollenstößel einen zusätzlichen Hub während der Verdichtungsphase. Im befeuerten Betrieb der Brennkraftmaschine kann sich die Kammer hingegen über das dann offene Hydraulikventil wieder leeren, so dass sich der Rollenstößel beim Ausfahren aus der Nockeneinformung wieder auf seine ursprüngliche Länge verkürzt und keinen zusätzlichen Hub am Auslassventil erzeugt.

Nachteilig am Rollenstößel der vorgenannten Schrift ist dessen aufwändiger Aufbau, da ein Innengehäuse, das den Kolben des hydraulischen Ventilspielausgleichselements in einer hohlzylindrischen Ausnehmung führt, auch an seinem Außenumfang hochpräzise bearbeitet werden muss, um die Kammer leckspaltartig zur Umgebung abzudichten.

Aufgabe der Erfindung

Gegenüber dem bekannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Ventiltrieb zu schaffen, der ein internes Rücksaugen von Abgas in ausreichender Menge und mit ausreichend genauer und vollvariabel einstellbarer Dosierung ermöglicht, um insbesondere eine Brennkraftmaschine mit so genannter homogener Selbstzündung zu betreiben. Der Ventiltrieb soll überdies einfach und somit kostengünstig herstellbar ist.

Zusammenfassung der Erfindung

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein kostengünstig herzustellender Ventiltrieb, der zur Abgasrücksaugung dient. Dies ist insbesondere die Voraussetzung für einen Betrieb der Brennkraftmaschine bei homogener und sich selbst zündender Ladung. Ein derartiges, auch als HCCI-Verfahren (Homogenous Charge Compression Ignition) bezeichnetes Brennverfahren ist sowohl bei selbst gezündeten Diesel-Brennkraftmaschinen als auch bei fremd gezündeten Otto-Brennkraftmaschinen zumindest im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine hauptsächlich zum Zweck der Emissionsreduzierung einsetzbar. Der durch Brennbeginn, -schwerpunkt und -dauer, maximalen Zylinderdruckanstieg sowie Spitzendruck gekennzeichnete Verbrennungsablauf wird beim HCCI-Verfahren im Wesentlichen durch Steuerung der Ladungszusammensetzung und des Ladungstemperaturverlaufs festgelegt. Es zeigt sich, dass bei diesem Brennverfahren eine hohe Ladungstemperatur zur Steuerung des Zündzeitpunktes erwünscht ist. Ein sehr wirksames Mittel zur Erhöhung der Ladungstemperatur ist die Erhöhung des Restgasgehalts, d.h. die Erhöhung des Gehalts an nicht ausgespültem oder ausgespültem und in den Zylinder wieder rückgeführten Abgas des vorhergehenden Verbrennungszyklus in der Zylinderladung für den nächsten Verbrennungszyklus. Dabei muss der Restgasgehalt auf den Betriebspunkt der Brennkraftmaschine vollvariabel angepasst werden können, wobei Restgasmengen von 60% der Zylinderladung und mehr erforderlich sein können. Restgasanteile können in dieser Höhe nicht mehr über eine interne Abgasrückführung durch konventionelle Ventilüberschneidung oder über eine Einrichtung zur externen Abgasrückführung bereitgestellt werden. Überdies reagiert das HCCI-Verfahren mit unakzeptablen Verbrennungsabläufen äußerst sensibel auf Änderungen der Ladungseigenschaften, so dass neben der Bereitstellung von Restgas in der benötigten Menge ebenfalls eine verbrennungszyklustreue, hochpräzise und zylinderindividuelle Dosierung des Restgasanteils erforderlich ist.

Durch die erfindungsgemäßen Merkmale liegt ein variabler Ventiltrieb mit wenigstens einem Einlass- und wenigstens einem Auslassventil vor, von denen zumindest ein Gaswechselventil mit einem von wenigstens einem Nocken beaufschlagten Nockenfolger in Wirkverbindung steht. Dies schließt somit auch einen Ventiltrieb ein, bei dem der Nockenfolger durch Koppelmittel umschaltbar ausgebildet ist und Hübe mehrerer Nocken in Abhängigkeit von seinem Koppelzustand selektiv auf das Gaswechselventil überträgt. Aber auch Ventiltriebe, die den Hub des Gaswechselventil mittels einem Nocken und weiteren Verstellelementen kontinuierlich variieren, sollen im Schutzumfang eingeschlossen sein.

Der Nockenfolger ist auf einem hydraulischen Ventilspielausgleichselement abstützbar gelagert, wobei dieses mit einem Hydraulikmittelzulaufpfad sowie mit einem durch Absperrmittel verschließbaren Hydraulikmittelablaufpfad verbunden ist. Ein Hochdruckraum des Ventilspielausgleichselements, welcher durch eine innere Mantelfläche und eine innere Stirnseite eines hohlzylindrischen Gehäuses sowie einer Stirnseite eines im Gehäuse längsbeweglich geführten Kolbens begrenzt ist, steht über eine im Gehäuse befindliche Durchgangsöffnung mit dem Hydraulikmittelablaufpfad in Verbindung. Der Nocken hat relativ zu einem Grundkreis eine Nockenerhebung und eine Nockeneinformung, wobei die Nockenerhebung außerhalb des Grundkreises liegt und einen Primärhub des Gaswechselventils erzeugt und die Nockeneinformung innerhalb des Grundkreises liegt, in die der Nockenfolger bei hydraulischer Längung des Hochdruckraums eintaucht.

In einer Betriebsart, in der die Brennkraftmaschine mit der erfindungsgemäßen Abgasrücksaugung betrieben wird, erfolgen der Primärhub und der Sekundärhub des zumindest einen Gaswechselventils. Voraussetzung hierfür ist, dass das Absperrmittel geschlossen ist, sobald der Nockenfolger aus der Nockeneinformung auf den Grundkreis austaucht. In diesem Fall bleibt das Hydraulikmittel im Hochdruckraum eingeschlossen, und der gegenüber der Nockeneinformung

erhabene Grundkreis stellt eine zusätzliche Nockenerhebung dar, die den Sekundärhub erzeugt.

In einer anderen Betriebsart der Brennkraftmaschine erfolgt lediglich der Primärhub des zumindest einen Gaswechselventils. Dabei ist das Absperrmittel geöffnet, sobald der Nockenfolger aus der Nockeneinformung auf den Grundkreis austaucht. In dieser Betriebsart erfährt das Gaswechselventil keinen Sekundärhub, da sich der Hochdruckraum über das geöffnete Absperrmittel solange entleert, bis der Ventiltrieb eine hydraulische Länge aufweist, die dem Grundkreis des Nockens entspricht.

Somit wird die Grundfunktion des hydraulischen Ventilspielausgleichselements, nämlich Spiel im Ventiltrieb automatisch auszugleichen, gleichzeitig auch dazu verwendet, den Ventiltrieb bei Eintauchen des Nockenfolgers in die Nockeneinformung hydraulisch zu verlängern. Diese Zusatzfunktion bedeutet seitens des hydraulischen Ventilspielausgleichselements nur einen minimalen Mehraufwand, da lediglich eine zusätzliche Durchgangsöffnung in den Hochdruckraum erforderlich ist.

Insbesondere für einen Betrieb der Brennkraftmaschine im homogenen Selbstzündungsbrennverfahren ist es gemäß Anspruch 2 notwendig, dass die Dauer des Sekundärhubs und somit die Menge an rückgeführtem Abgas vollvariabel mit einem beliebig wählbarem Zeitpunkt, zu dem das Absperrmittel geöffnet wird, einstellbar ist. Überdies ist es nach den Ansprüchen 8 und 9 zweckmäßig vorgesehen, dass die Dauer des Sekundärhubs für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine individuell und für jede Umdrehung des Nockens von einem Steuergerät neu berechnet und neu einstellbar ist.

In einer Variante nach Anspruch 3 ist es vorgeschlagen, dass der Sekundärhub an einem Auslassventil erfolgt, welcher teilweise oder vollständig innerhalb des Hubs des Einlassventils liegt. In dieser bevorzugten Ausgestaltung wird bereits in den Auslasskanal ausgeschobenes Abgas während des Ansaugtakts der

Brennkraftmaschine über das dann nochmalig geöffnete Auslassventil in den Brennraum rückgesaugt.

Es kann laut Anspruch 4 aber auch zweckmäßig sein, dass der Sekundärhub an einem Einlassventil erfolgt, welcher teilweise oder vollständig innerhalb des Hubs des Auslassventils liegt. In dieser alternativen Ausgestaltung wird Abgas im Ausschiebetakt der Brennkraftmaschine in den Einlasskanal ausgeschoben und während des Ansaugtakts in den Brennraum rückgesaugt.

Eine Kombination dieser vorgenannten Möglichkeiten ist in Anspruch 5 vorgeschlagen. Demnach kann es zur Einstellung von Menge und Temperatur des Restgases vorteilhaft sein, sowohl Abgas aus dem Einlasskanal als auch aus dem Auslasskanal rückzusaugen.

Der erfindungsgemäße Ventiltrieb lässt sich nach Anspruch 6 besonders einfach an einem Schlepphebelventiltrieb darstellen, dessen hydraulisches Ventilspielausgleichselement als Abstützelement ausgebildet ist, das den Nockenfolger in Form eines Schlepphebel schwenkbar lagert und in einer hohlzylindrischen Ausnehmung der Brennkraftmaschine ruhend gelagert ist. Das Abstützelement weist zwischen dem Hochdruckraum und einem sphärischen Ende zur Lagerung des Schlepphebels einen Vorraum auf, der mittels wenigstens eines Durchtritts des Gehäuses mit dem in die Ausnehmung mündenden Hydraulikmittelzulaufpfad und bei geöffnetem Rückschlagventil mit dem Hochdruckraum verbunden ist. Der Hochdruckraum ist seinerseits über die Durchgangsöffnung des Gehäuses mit dem in die Ausnehmung mündenden Hydraulikmittelablaufpfad verbunden. Zwischen dem Hydraulikmittelzulaufpfad und dem Hydraulikmittelablaufpfad befindet sich ein durch Gehäuse und Ausnehmung gebildeter Dichtspalt.

Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung sieht laut Anspruch 7 die Verwendung eines elektrohydraulischen 2/2-Wege-Ventils als einfaches und preisgünstiges Absperrmittel für den Hydraulikmittelablaufpfad vor. Es ist jedoch

auch an den Einsatz von gleichwirkenden Absperrmitteln wie beispielsweise elektrohydraulische Proportionalventile oder elektrohydraulische 3/2-Wege-Ventile gedacht.

In Anspruch 10 ist vorgeschlagen, dass die Kraft eines Federmittels den Nockenfolger in Richtung der Nockeneinformung beaufschlagt. Dies unterstützt die hydraulische Längung des Ventilspielausgleichselements.

In zweckmäßiger Fortbildung der Erfindung ist es gemäß Anspruch 11 vorgesehen, dass der Hydraulikmittelzulaufpfad mit einer Hydraulikmittelfördereinrichtung, deren Ausgangsdruckniveau höher als das einer Schmierölpumpe für den Schmierölkreislauf der Brennkraftmaschine ist, in Verbindung steht. Hierdurch ist eine Versorgung des hydraulischen Ventilspielausgleichselements mit ausreichendem Volumenstrom an Hydraulikmittel sichergestellt, so dass in der Betriebsart mit Abgasrücksaugung auch bei höheren Drehzahlen der Brennkraftmaschine ein schnelles und vollständiges Auffüllen des Hochdruckraums gewährleistet ist.

Als Hydraulikmittel wird nach Anspruch 12 der Einfachheit halber das Schmieröl der Brennkraftmaschine verwendet. Denkbar ist demgegenüber aber auch die Verwendung beliebig anderer geeigneter Fluide in einem Hydraulikmittelkreislauf, der dann vom Schmierölkreislauf der Brennkraftmaschine zu separieren wäre.

Die Erfindung wird an nachstehendem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In beiliegenden Zeichnungen ist ein Schlepphebel-Ventiltrieb für ein Auslassventil als Ausführungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Ventiltrieb in verschiedenen Winkelstellungen des Nockens dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 einen erfindungsgemäßen Ventiltrieb mit einem Längsschnitt durch ein Abstützelement zum Zeitpunkt des Ventilschließens nach Durchfahren der Nockenerhebung,

Figur 2 den Ventiltrieb nach Fig. 1 zu einem Zeitpunkt, in dem der Schlepphebel vollständig in die Nockeneinformung eingetaucht ist,

Figur 3 den Ventiltrieb nach Fig. 1 zu einem Zeitpunkt während des Sekundärhubs,

Figur 4 ein Steuerdiagramm der Brennkraftmaschine mit Sekundärhub an einem Auslassventil.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Die Figur 1 zeigt einen als Schlepphebel 1 ausgebildeten Nockenfolger 2, der auf einem als Abstützelement 3 ausgebildeten hydraulischen Ventilspielausgleichselement 4 in Hubrichtung eines Gaswechselventils 5 schwenkbar gelagert ist. Der Schlepphebel 1 wird in an sich bekannter Weise über einen Nocken 6 mittels einer mit dem Schlepphebel 1 verbundenen und drehbar gelagerten Rolle 7 in Betätigungsrichtung des Gaswechselventils 5 angetrieben. Selbstverständlich kann anstelle der Rolle 7 auch eine mit dem Schlepphebel 1 starr verbundene Gleitfläche als Nockenkontakt vorgesehen sein.

Der Nocken 6 rotiert in dem Ausführungsbeispiel im Uhrzeigersinn und weist relativ zu einem Grundkreis 8 eine Nockenerhebung 9 und eine Nockeneinformung 10 auf. Die Nockenerhebung 9 liegt außerhalb des Grundkreises 8 und erzeugt einen Primärhub des Gaswechselventils 5. Die Nockeneinformung 10 liegt innerhalb des Grundkreises 8.

Das Abstützelement 3 ist in einer hohlzylindrischen Ausnehmung 11 der Brennkraftmaschine ruhend gelagert und mit einem Hydraulikmittelzulaufpfad 12 sowie einem Hydraulikventil 13 als Absperrmittel 14 verbunden, durch das ein Hydraulikmittelablaufpfad 15 verschließbar ist. Ein Hochdruckraum 16 des Ventilspielausgleichselements 3, welcher durch eine innere Mantelfläche 17 und eine innere Stirnseite 18 eines hohlzylindrischen Gehäuses 19 sowie einer Stirnseite 20 eines im Gehäuse 19 längsbeweglich geführten Kolbens 21 begrenzt ist, steht über eine im Gehäuse 19 befindliche Durchgangsöffnung 22 mit dem Hydraulikmittelablaufpfad 15 in Verbindung.

Dabei ist es von untergeordneter Bedeutung, ob die Durchgangsöffnung 22 an der inneren Mantelfläche 17, wie dargestellt, in den Hochdruckraum 16 mündet oder ob die Durchgangsöffnung 22 an der inneren Stirnseite 18 in den Hochdruckraum 16 mündet. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass die Durchgangsöffnung 22 zwecks einem widerstandsarmen Abfluss von Hydraulikmittel aus dem Hochdruckraum 16 über einen ausreichend großen Querschnitt mit dem Hydraulikmittelablaufpfad 15 in Verbindung steht. Weiterhin befindet sich zwischen einer Innenwandung 23 der Ausnehmung 11 und einer äußeren Mantelfläche 24 des Gehäuses 19 ein Dichtspalt 25, der einen hydraulischen Kurzschluss zwischen dem Hydraulikmittelzulaufpfad 12 und dem Hydraulikmittelablaufpfad 15 verhindert. Ein solcher hydraulischer Kurzschluss hätte zur Folge, dass sich der Hochdruckraum 16 über den Hydraulikmittelzulaufpfad 12 entleeren könnte.

Die Versorgung des Abstützelements 3 mit Hydraulikmittel ist rein schematisch dargestellt. Hierzu zählen der Hydraulikmittelzulaufpfad 12, der Hydraulikmittelablaufpfad 15, das Hydraulikventil 13 sowie eine Hydraulikmittelfördereinrichtung 26, die identisch mit der Schmierölpumpe der Brennkraftmaschine sein kann. Die Hydraulikmittelfördereinrichtung 26 kann aber auch zur Schmierölpumpe parallel oder mit dieser in Reihe geschaltet sein. In all diesen Fällen ist das Hydraulikmittel zur Versorgung des Abstützelements 3 identisch mit dem Schmieröl der Brennkraftmaschine. Eine weitere alternative Ausgestaltung be-

steht darin, dass das Hydraulikmittel ein vom Schmieröl der Brennkraftmaschine verschiedenes Fluid ist. In diesem Fall erfolgt dann die Versorgung des Abstützelements 3 in einem vom Schmierölkreislauf der Brennkraftmaschine separierten Hydraulikmittelkreislauf. Sofern die Hydraulikmittelfördereinrichtung 26 nicht identisch mit der Schmierölpumpe der Brennkraftmaschine ist, ist es vorteilhaft, dass das Ausgangsdruckniveau der Hydraulikmittelfördereinrichtung 26 höher ist als das der Schmierölpumpe. So ist in der Betriebsart mit Abgasrücksaugung auch bei höheren Drehzahlen der Brennkraftmaschine ein schnelles und vollständiges Auffüllen des Hochdruckraums 16 gewährleistet.

Die Versorgung des Hochdruckraums 16 mit Hydraulikmittel erfolgt in an sich bekannter Art und Weise: der Kolben 21 des Abstützelements 3 weist einen Vorraum 27 auf, der mittels Durchtrittsöffnungen 28 des Gehäuses 19 und des Kolbens 21 mit dem in die Ausnehmung 11 mündenden Hydraulikmittelzulaufpfad 12 und bei geöffnetem Rückschlagventil 29 mit dem Hochdruckraum 16 verbunden ist. Das Rückschlagventil 29 ist in die Stirnseite 20 des Kolbens 21 integriert. Ein Federmittel 30 bewirkt, dass das Ventilspielausgleichselement 4 stets die Bestrebung hat, den Ventiltrieb durch Auseinandertreiben von Kolben 21 und Gehäuse 19 hydraulisch zu verlängern, um mechanisches Ventilspiel auszugleichen.

Auch die innerhalb des Grundkreises 8 befindliche Nockeneinformung 10 wird vom Ventilspielausgleichselement 4 als mechanisches Ventilspiel interpretiert. In Fig. 2 befindet sich der Nocken 6 in einer Winkelposition, in der sich die Rolle 7 des Schlepphebels 1 vollständig in der Nockeneinformung 10 befindet. Dabei ist das Ventilspielausgleichselement 4 unter Vergrößerung des Hochdruckraums 16 entsprechend weit ausgefahren. Nach Austauchen der Rolle 7 aus der Nockeneinformung 10 befindet sich die Rolle 7 auf dem Grundkreis 8, wobei in der Darstellung gemäß Fig. 3 ein Sekundärhub des Gaswechselventils 5 erfolgt.

Die Ausbildung des Sekundärhubs des Gaswechselventils 5 hängt von Winkelpositionen des Nockens 6 ab, zu denen das Hydraulikventil 13 öffnet und schließt. Dieser Zusammenhang ist in Fig. 4 anhand von Ventilhüben "VL" in einem schematischen Steuerzeitendiagramm der Brennkraftmaschine exemplarisch für einen mit "SL-EX" bezeichneten Sekundärhub an einem Auslassventil dargestellt. Der als PL-EX bezeichnete Primärhub des Auslassventils endet bei "EXC" nach dem oberen Totpunkt "TDC" der Brennkraftmaschine, während ein Einlassventil bereits mit einem Primärhub "PL-IN" geöffnet ist. Ein unterer Totpunkt der Brennkraftmaschine ist mit "BDC" bezeichnet.

"EXC" ist die frühest mögliche Winkelposition des Nockens 6, an dem das Hydraulikventil 13 öffnet, da sonst der Hydraulikmitteldruck im Hochdruckraum 16 während des Primärhubs des Auslassventils zusammenbrechen und das Auslassventil nicht mehr vom Nocken 6 kontrolliert schließen würde. Für den Fall, dass kein Sekundärhub am Auslassventil erfolgen soll, schließt das Hydraulikventil 13 frühestens zur Winkelposition "HVC", um ein Verkürzen des Ventilspielausgleichselements 4 auf eine dem Grundkreis 8 entsprechende hydraulische Länge zu gewährleisten.

Sofern ein Sekundärhub des Auslassventils erfolgt, endet dieser spätestens zur Winkelposition des Nockens 6 "SLC", wobei ein Abbruch des Sekundärhubs spätestens zur Winkelposition "HVO" durch Öffnen des Hydraulikventils 13 eingeleitet wird.

Für den erneuten Primärhub des Auslassventils ist das Hydraulikventil 13 spätestens zu der mit "EXO" bezeichneten Winkelposition des Nockens 6 wieder geschlossen.

Die Figuren 1-3 sowie das Steuerzeitendiagramm nach Fig. 4 gelten bei entsprechender Modifizierung der Winkelposition der Nockeneinformung 10 analog auch für einen Sekundärhub am Einlassventil oder für eine Kombination von Sekundärhüben am Ein- und Auslassventil.

Liste der Bezugszahlen und -zeichen

1	Schlepphebel
2	Nockenfolger
3	Abstützelement
4	Ventilspielausgleichselement
5	Gaswechselventil
6	Nocken
7	Rolle
8	Grundkreis
9	Nockenerhebung
10	Nockeneinformung
11	Ausnehmung
12	Hydraulikmittelzulaufpfad
13	Hydraulikventil
14	Absperrmittel
15	Hydraulikmittelablaufpfad
16	Hochdruckraum
17	innere Mantelfläche
18	innere Stirnseite
19	Gehäuse
20	Stirnseite
21	Kolben
22	Durchgangsöffnung
23	Innenwandung
24	äußere Mantelfläche
25	Dichtspalt
26	Hydraulikmittelfördereinrichtung
27	Vorraum
28	Durchtrittsöffnung
29	Rückschlagventil
30	Federmittel

VL	Ventilhub
TDC	Oberer Totpunkt
BDC	Unterer Totpunkt
PL-EX	Primärhub des Auslassventils
PL-IN	Primärhub des Einlassventils
SL-EX	Sekundärhub des Auslassventils
SLC	Spätestes Ende des Sekundärhubs des Auslassventils
EXC	Auslassventil Schließzeitpunkt = Frühester Öffnungswinkel des Hydraulikventils
HVO	Spätester Öffnungswinkel des Hydraulikventils
HVC	Frühester Schließwinkel des Hydraulikventils
EXO	Auslassventil Schließzeitpunkt = Spätester Schließwinkel des Hydraulikventils

Patentansprüche

1. Variabler Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Einrichtung, die zu einem betriebsartabhängigen Sekundärhub wenigstens eines Gaswechselventils (5) für ein Abgasrücksaugen, vorzugsweise bei einem homogenen Selbstzündungsbrennverfahren, dient, mit folgenden Merkmalen:

   - der Ventiltrieb weist wenigstens zwei Gaswechselventile (5) auf, von denen wenigstens eines ein Einlassventil ist und von denen wenigstens eines ein Auslassventil ist;
   - zumindest eines der wenigstens zwei Gaswechselventile (5) steht mit einem von wenigstens einem Nocken (6) beaufschlagten Nockenfolger (2) in Wirkverbindung, welcher Nockenfolger (2) auf einem hydraulischen Ventilspielausgleichselement (4) abstützbar gelagert ist;
   - das Ventilspielausgleichselement (4) ist mit einem Hydraulikmittelzulaufpfad (12) sowie mit einem durch Absperrmittel (14) verschließbaren Hydraulikmittelablaufpfad (15) verbunden, wobei ein Hochdruckraum (16) des Ventilspielausgleichselements (4), welcher durch eine innere Mantelfläche (17) und eine innere Stirnseite (18) eines hohlzylindrischen Gehäuses (19) sowie einer Stirnseite (20) eines im Gehäuse (19) längsbeweglich geführten Kolbens (21) begrenzt ist, über eine im Gehäuse (19) befindliche Durchgangsöffnung (22) mit dem Hydraulikmittelablaufpfad (15) in Verbindung steht;
   - der wenigstens eine Nocken (6) hat relativ zu einem Grundkreis (8) eine Nockenerhebung (9) und eine Nockeneinformung (10), wobei die Nockenerhebung (9) außerhalb des Grundkreises (8) liegt und einen Primärhub des Gaswechselventils (5) erzeugt und die Nockeneinformung (10) innerhalb des Grundkreises (8) liegt, in die der Nockenfolger bei hydraulischer Längung des Hochdruckraums (16) eintaucht;

- in einer Betriebsart der Brennkraftmaschine erfolgen der Primärhub und der Sekundärhub des zumindest einen der wenigstens zwei Gaswechselventile (5), wobei das Absperrmittel (14) geschlossen ist, sobald der Nockenfolger (2) aus der Nockeneinformung (10) auf den Grundkreis (8) austaucht und wobei
- in einer anderen Betriebsart der Brennkraftmaschine lediglich der Primärhub des zumindest einen der wenigstens zwei Gaswechselventile (5) erfolgt, wobei das Absperrmittel (14) geöffnet ist, sobald der Nockenfolger (2) aus der Nockeneinformung (10) auf den Grundkreis (8) austaucht.

2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei eine Dauer des Sekundärhubs mit beliebig wählbarem Zeitpunkt des Öffnens des Absperrmittels (14) vollvariabel einstellbar ist.

3. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei das zumindest eine der wenigstens zwei Gaswechselventile (5) ein Auslassventil ist, dessen Sekundärhub teilweise oder vollständig innerhalb des Hubs des Einlassventils liegt.

4. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei das zumindest eine der wenigstens zwei Gaswechselventile (5) ein Einlassventil ist, dessen Sekundärhub teilweise oder vollständig innerhalb des Hubs des Auslassventils liegt.

5. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei sowohl das Einlassventil als auch das Auslassventil den Sekundärhub ausführen, wobei der Sekundärhub des Einlassventils teilweise oder vollständig innerhalb des Primärhubs des Auslassventils und der Sekundärhub des Auslassventils teilweise oder vollständig innerhalb des Primärhubs des Einlassventils liegt.

6. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei der Nockenfolger (2) ein Schlepphebel (1) und das Ventilspielausgleichselement (4) ein den Schlepphebel (1) schwenkbar lagerndes Abstützelement (3) ist, das in einer hohlzylind-

rischen Ausnehmung (11) der Brennkraftmaschine ruhend gelagert ist und einen zwischen dem Hochdruckraum (16) und einem sphärischen Ende zur Lagerung des Schlepphebels (1) einen Vorraum (27) aufweist, der mit dem in die Ausnehmung (11) mündenden Hydraulikmittelzulaufpfad (12) und bei geöffnetem Rückschlagventil (30) mit dem Hochdruckraum (16) verbunden ist, welcher Hochdruckraum (16) über die Durchgangsöffnung (22) des Gehäuses (19) mit dem in die Ausnehmung (11) mündenden Hydraulikmittelablaufpfad (15) verbunden ist, wobei sich zwischen dem Hydraulikmittelzulaufpfad (12) und dem Hydraulikmittelablaufpfad (15) ein durch eine äußere Mantelfläche (24) des Gehäuses (19) und der Ausnehmung (11) gebildeter Dichtspalt (25) befindet.

7. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei das Absperrmittel (14) ein elektrohydraulisches 2/2-Wege-Ventil ist.

8. Ventiltrieb nach Anspruch 2, wobei die Dauer des Sekundärhubs für eine jede Umdrehung des Nockens (6) von einem Steuergerät neu berechnet und neu einstellbar ist.

9. Ventiltrieb nach Anspruch 8, wobei im Falle einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine die Dauer des Sekundärhubs zylinderindividuell vom Steuergerät berechnet und einstellbar ist.

10. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei der Nockenfolger (2) durch die Kraft eines Federmittels (30) in Richtung der Nockeneinformung (10) beaufschlagt ist.

11. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei der Hydraulikmittelzulaufpfad (12) mit einer Hydraulikmittelfördereinrichtung (26), deren Ausgangsdruckniveau höher als das einer Schmierölpumpe für den Schmierölkreislauf der Brennkraftmaschine ist, in Verbindung steht.

12. Ventiltrieb nach den Anspruch 13, wobei das Hydraulikmittel Schmieröl der Brennkraftmaschine ist.

Fig. 1

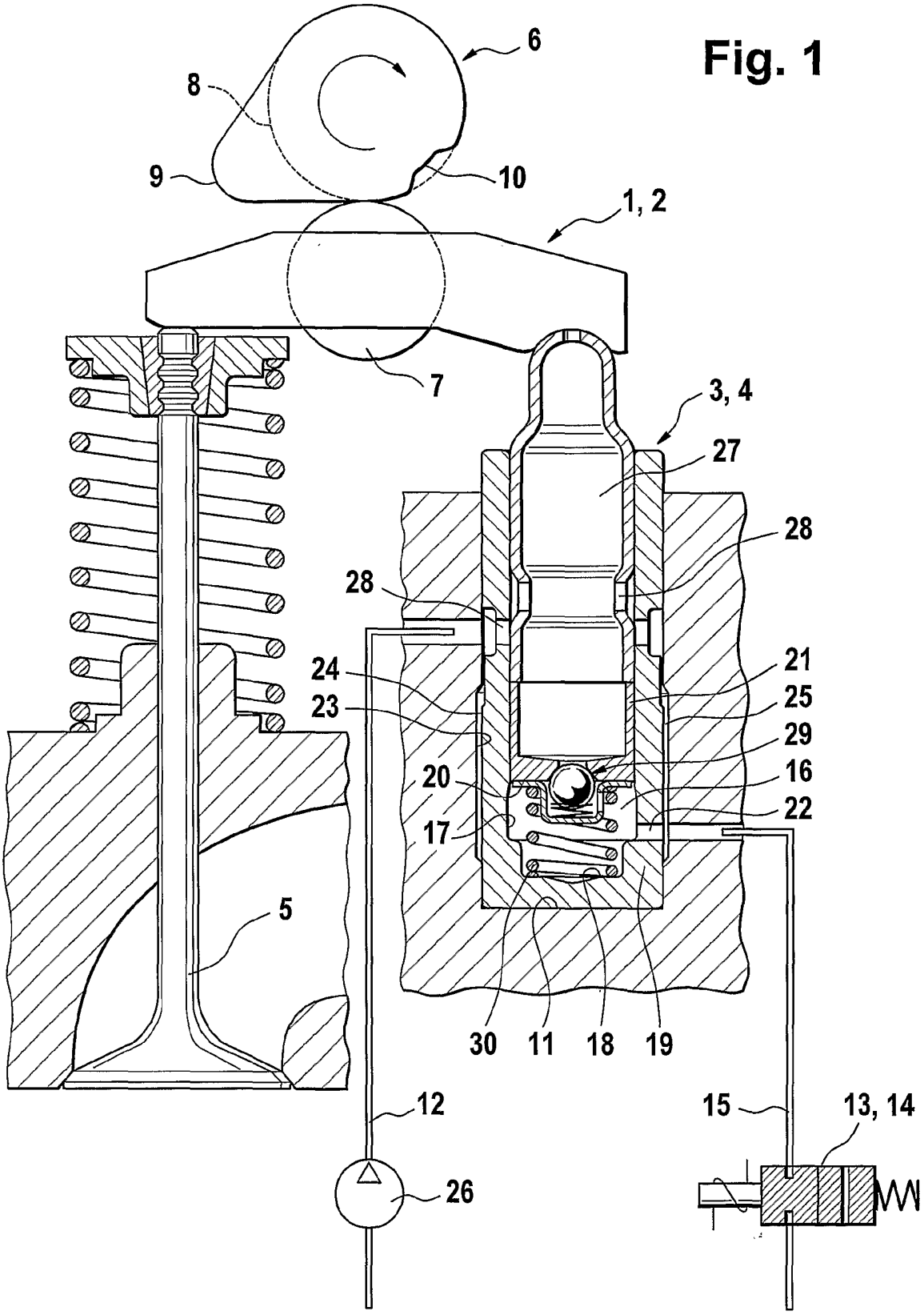

6
8
9
10
1, 2
7
3, 4
27
28
28
24
23
21
25
29
20
16
22
17
5
30
11
18
19
12
15
13, 14
26

Fig. 2

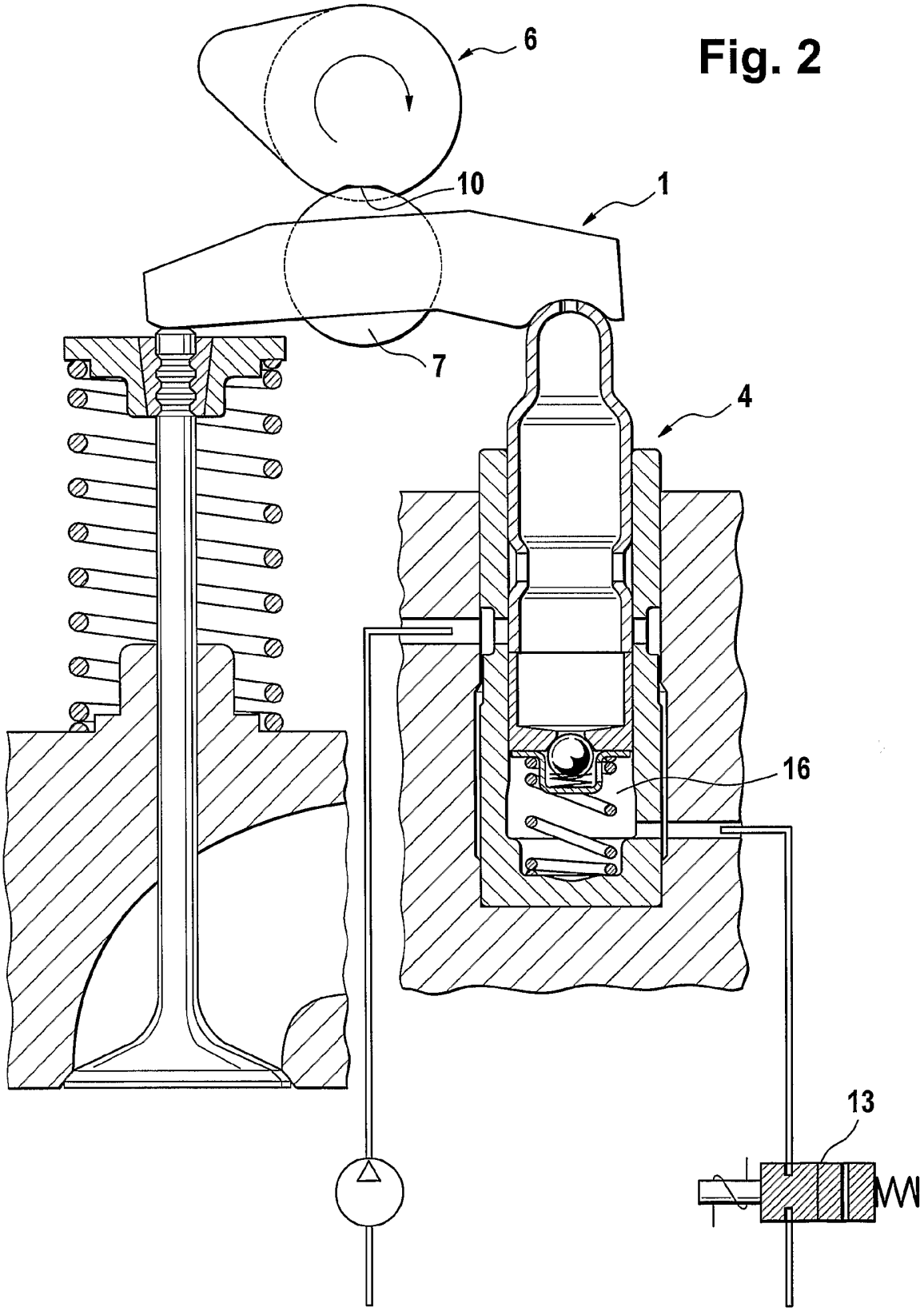


Fig. 3

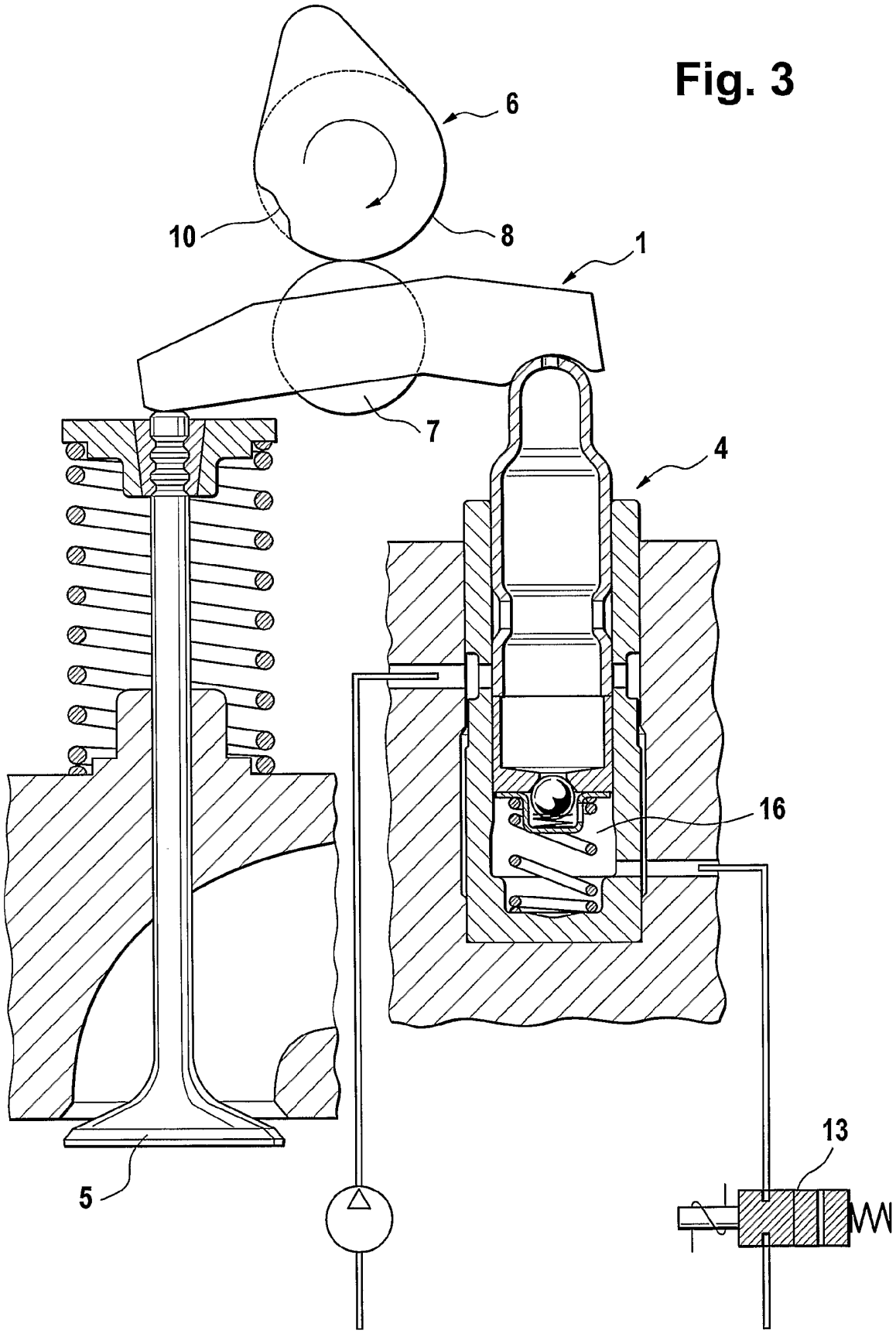
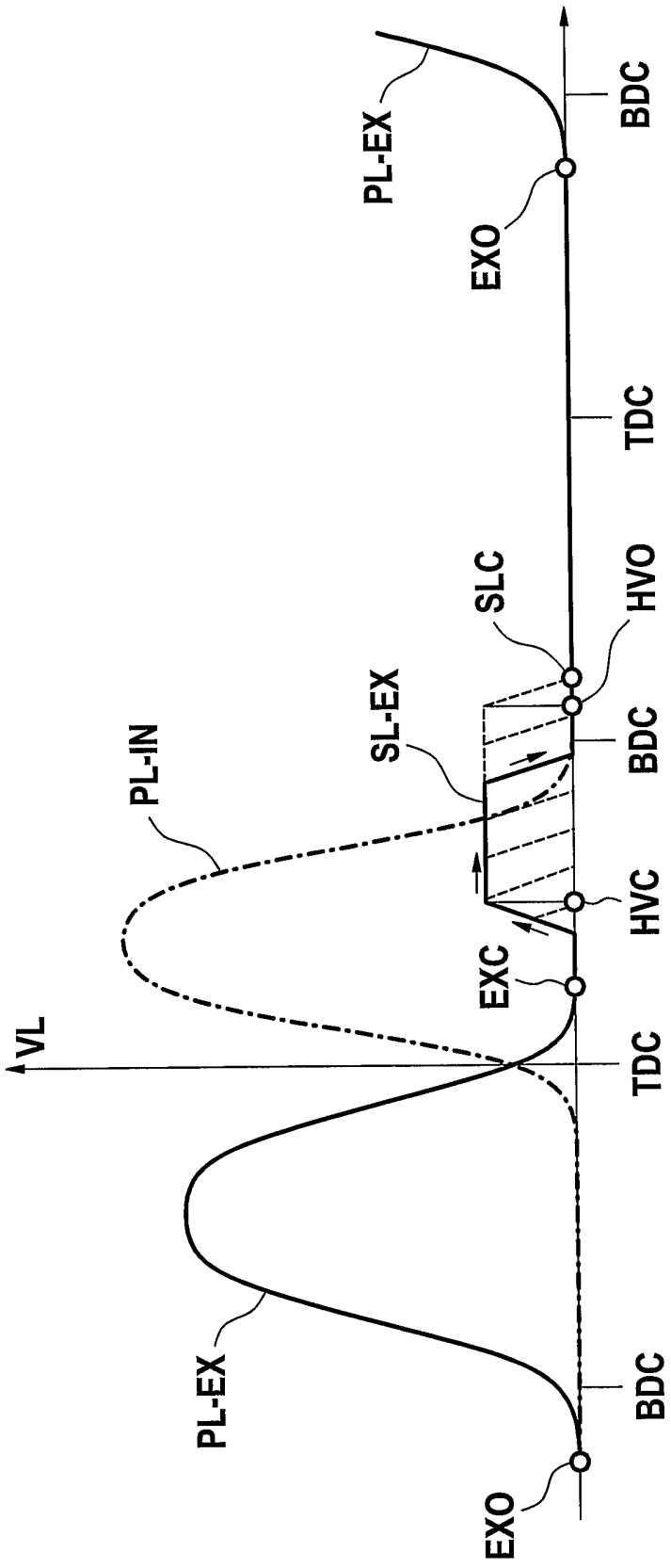


Fig. 4


PL-EX
BDC
EXO
TDC
SLC
HVO
SL-EX
BDC
PL-IN
HVC
EXC
VL
TDC
PL-EX
BDC
EXO

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/009736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01L1/08 F01L1/24 F01L13/06

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 December 2003 (2003-12-05) & JP 2004 183516 A (NIPPON PISTON RING CO LTD), 2 July 2004 (2004-07-02) abstract paragraph '0001! - paragraph '0003! paragraph '0017! - paragraph '0023! paragraph '0038! - paragraph '0047! figures 1-4 ----- -/--	1-12

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

[X] Patent family members are listed in 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 document 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
6 December 2005	14/12/2005

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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Paquay, J

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/009736

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 December 2003 (2003-12-05) & JP 2004 084626 A (NIPPON PISTON RING CO LTD), 18 March 2004 (2004-03-18) abstract paragraph '0001! - paragraph '0002! paragraph '0023! - paragraph '0031! figures 1-3	1-12
A	EP 0 681 092 A (FIAT AUTO S.P.A) 8 November 1995 (1995-11-08) column 1, line 52 - column 2, line 9 column 3, line 36 - column 4, line 2 figures 1-6	1,3,4
A	EP 1 411 214 A (INA-SCHAEFFLER KG) 21 April 2004 (2004-04-21) paragraph '0001! paragraph '0020! - paragraph '0022! figures 1,2	1
A	DE 101 19 366 A1 (INA-SCHAEFFLER KG) 24 October 2002 (2002-10-24) paragraph '0001! paragraph '0019! figures 1,3,4	1
A	DE 41 11 610 A1 (AUDI AG, 8070 INGOLSTADT, DE; AUDI AG, 85057 INGOLSTADT, DE) 30 January 1992 (1992-01-30) column 1, lines 3-6 column 4, lines 17-46 figures 1-6	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/009736

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2004183516 A	02-07-2004	NONE	
JP 2004084626 A	18-03-2004	NONE	
EP 0681092 A	08-11-1995	DE 69500161 D1 DE 69500161 T2 IT T0940369 A1	03-04-1997 05-06-1997 06-11-1995
EP 1411214 A	21-04-2004	DE 10247949 A1	29-04-2004
DE 10119366 A1	24-10-2002	US 2003005897 A1	09-01-2003
DE 4111610 A1	30-01-1992	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/009736

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
F01L1/08 F01L1/24 F01L13/06

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

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2004 183516 A (NIPPON PISTON RING CO LTD), 2. Juli 2004 (2004-07-02) Zusammenfassung Absatz '0001! - Absatz '0003! Absatz '0017! - Absatz '0023! Absatz '0038! - Absatz '0047! Abbildungen 1-4 _____ -/--	1-12

[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" älteres Dokument, 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 anderen 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
6. Dezember 2005	14/12/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Paquay, J

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Januar 2004)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2004 084626 A (NIPPON PISTON RING CO LTD), 18. März 2004 (2004-03-18) Zusammenfassung Absatz '0001! - Absatz '0002! Absatz '0023! - Absatz '0031! Abbildungen 1-3	1-12
A	EP 0 681 092 A (FIAT AUTO S.P.A) 8. November 1995 (1995-11-08) Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 2, Zeile 9 Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 2 Abbildungen 1-6	1,3,4
A	EP 1 411 214 A (INA-SCHAEFFLER KG) 21. April 2004 (2004-04-21) Absatz '0001! Absatz '0020! - Absatz '0022! Abbildungen 1,2	1
A	DE 101 19 366 A1 (INA-SCHAEFFLER KG) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) Absatz '0001! Absatz '0019! Abbildungen 1,3,4	1
A	DE 41 11 610 A1 (AUDI AG, 8070 INGOLSTADT, DE; AUDI AG, 85057 INGOLSTADT, DE) 30. Januar 1992 (1992-01-30) Spalte 1, Zeilen 3-6 Spalte 4, Zeilen 17-46 Abbildungen 1-6	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/009736

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 2004183516	A	02-07-2004	KEINE		
JP 2004084626	A	18-03-2004	KEINE		
EP 0681092	A	08-11-1995	DE	69500161 D1	03-04-1997
			DE	69500161 T2	05-06-1997
			IT	T0940369 A1	06-11-1995
EP 1411214	A	21-04-2004	DE	10247949 A1	29-04-2004
DE 10119366	A1	24-10-2002	US	2003005897 A1	09-01-2003
DE 4111610	A1	30-01-1992	KEINE		