

(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
30. Juli 2009 (30.07.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/092488 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16K 31/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/066983

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Dezember 2008 (08.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 000 106.6 21. Januar 2008 (21.01.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE];
88038 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAYR, Karl-
heinz** [IT/AT]; Landstr. 12a, A-6900 Bregenz (AT).
MOOSMANN, Markus [DE/DE]; Hintersolbach 12,
88214 Ravensburg (DE). **HAMMA, Frank** [DE/DE];
Hadwigstrasse 21, 88046 Friedrichshafen (DE). **REMM-
LINGER, Hubert** [DE/DE]; Wolfgangstrasse 13, 88046
Friedrichshafen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ZF FRIEDRICHSHAFEN
AG**; 88038 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRESSURE CONTROL VALVE DEVICE

(54) Bezeichnung: DRUCKREGELVENTILVORRICHTUNG

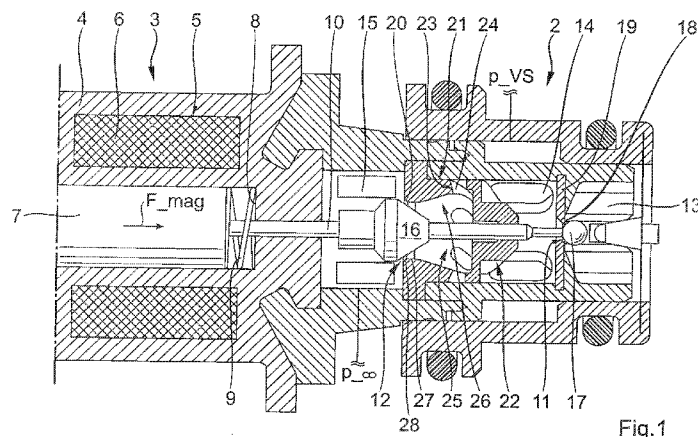


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a pressure control valve device (1) having at least one inlet area (13) and a first outlet area (14) and a second outlet area (15) connected to each other by means of two poppet valves (11 and 12). A flow guide device (21) having an inflow area (22) and an outflow area (23) at a distance therefrom in the axial extension of the flow guide device for guiding the flow of flowing fluid in a defined manner from out of the inlet area (13) in the direction of the second poppet valve (12) is disposed upstream of the second poppet valve (12) that lies between the first outlet area (14) and the second outlet area (15). According to the invention, the fluid in the flow guide device (21) between the inflow area (22) and the outflow area (23) can be divided and guided into a plurality of channel areas (24) disposed across the periphery of the flow guide device (21) and separated from each other, said channel areas being at least approximately spirally formed and producing an at least approximately vortex-shaped flow in the fluid flowing in the direction of the second poppet valve (12) downstream of the outflow area (23).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Druckregelventilvorrichtung (1) mit wenigstens einem Zulaufbereich (13) und einem ersten Ablaufbereich (14) und einem zweiten Ablaufbereich (15), die über zwei Sitzventile (11 und 12) miteinander verbindbar sind, beschrieben. Stromauf des zwischen dem ersten Ablaufbereich (14) und dem zweiten Ablaufbereich (15) angeordneten zweiten Sitzventils (12)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/092488 A1



LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

ist eine Stromführungseinrichtung (21) mit einem Einlaufbereich (22) und einem in axialer Erstreckung der Stromführungseinrichtung (21) dazu beabstandeten Auslaufbereich (23) zur definierten Strömungsführung von aus dem Zulaufbereich (13) in Richtung des zweiten Sitzventils (12) strömenden Fluid vorgesehen. Erfindungsgemäß ist das Fluid in der Stromführungseinrichtung (21) zwischen dem Einlaufbereich (22) und dem Auslaufbereich (23) in mehreren über den Umfang der Stromführungseinrichtung (21) verteilt angeordneten und voneinander getrennten Kanalbereichen (24) führbar, welche wenigstens annähernd schraubenförmig ausgebildet sind und dem in Richtung des zweiten Sitzventils (12) strömenden Fluid stromab des Auslaufbereiches (23) eine wenigstens annähernd strudelförmige Strömung aufprägen.

Druckregelventilvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Druckregelventilvorrichtung gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

Bei aus der Praxis bekannten Kraftfahrzeug-Automatgetrieben werden als nasslaufende Lamellenkupplungen oder Lamellenbremsen ausgeführte Schaltelemente zur Drehmomentübertragung zwischen einem Getriebeeingang und einem Getriebeausgang eingesetzt. Die Kraftübertragung erfolgt dabei reibschlüssig mittels einer Verpressung von Lamellenpaketen der Schaltelemente. Die für das Verpressen der Lamellenpakete jeweils erforderliche Anpresskraft wird meist über hydraulische betätigte Kupplungskolben erzeugt, die mittels Druckregelventilen und Kupplungsventilen aktuiert werden. Derartige auch als Druckminderventile bezeichnete Kupplungsventile werden entweder direkt über einen Proportionalmagnet oder über weitere Druckbegrenzungsventile, mittels welchen ein Vorsteuerdruck in Abhängigkeit eines Steuerstromes eingestellt wird, entsprechend betätigt.

Bei beiden Vorgehensweisen zur Betätigung der Druckregelventile wird jeweils eine ansteuerstromproportionale Magnetkraft erzeugt, in deren Abhängigkeit die hydraulischen Druckminderventile bzw. Kupplungsventile betätigt werden. Die Arbeitsdrücke der Kupplungsventile ergeben sich jeweils aus der Gleichgewichtsbedingung zwischen der ansteuerstromproportionalen Magnetkraft bzw. der Aktuierungskraft und der Rückführkraft bzw. der Reaktionskraft eines Kupplungsventils.

Insbesondere über Vorsteuerdrücke betätigte Druckregelventile sind oftmals mit zwei in hydraulischer Halbbrückenschaltung angeordneten Sitzventile ausgebildet, die als sogenannte Closed-End-Druckregler bezeichnet werden. Derartige Closed-End-Druckregler sind in ihren Endstellungen durch eine

geringe Leckage gekennzeichnet, da die Ventilkanten der Sitzventile in den Endstellungen wechselseitig geschlossen sind. Damit besteht trotz einer hohen Anzahl hydraulisch anzusteuender Schaltelemente eines Automatgetriebes die Möglichkeit, den Hydraulikfluidvolumenbedarf eines Hydrauliksystems eines Kraftfahrzeug-Automatgetriebes auf ein Minimum zu begrenzen und eine entsprechend klein dimensionierte Hydraulikpumpe einsetzen zu können.

Um Auswirkungen von Druckschwankungen im Bereich zwischen den beiden Ventilsitzen eines Closed-End-Druckreglers zu verringern ist in diesem Bereich üblicherweise ein Stromführungselement sowie ein zusätzliches externes Dämpfungselement vorgesehen. Das Stromführungselement lenkt das zwischen den beiden Sitzventilen strömende Hydraulikfluid bereichsweise vom direkten Strömungsweg ab, um Venturieffekte zwischen den Sitzventilen und dem Verbraucheranschluss zu vermeiden, wobei die definierte Stromführung einen hydraulischen Widerstand in unerwünschtem Umfang erhöht und eine Ventildynamik nachteilig beeinflusst.

Das Dämpfungselement weist zur Dämpfung der Druckschwankungen ein in Abhängigkeit des im letztgenannten Bereich eines Closed-End-Druckreglers aktuell vorliegenden Druckwertes verschiebbares Kolbenelement auf. Das Kolbenelement ist bei einer druckformstabilen Ausführung in einem Zylindergehäuse gegen eine Federeinrichtung längsverschieblich geführt, wobei sich Druckspitzen im Closed-End-Druckregler in Abhängigkeit der sich druckabhängig verändernden Kolbenelementposition selbsttätig abbauen.

Zusätzlich oder alternativ hierzu ist das Kolbenelement des Dämpfungselementes druckabhängig elastisch verformbar ausführbar und verformt sich in Abhängigkeit des im Closed-End-Druckregler vorherrschenden Druckes mehr oder weniger stark, so dass sich Druckspitzen im Closed-End-Druckregler durch eine druckabhängige Verformung und/oder in Abhängigkeit der druckab-

hängig variierenden Kolbenelementposition jeweils im gewünschten Umfang abgebaut werden.

Mit Dämpfungselementen ausgebildete Closed-End-Druckregler sind jedoch nachteilhafterweise durch einen hohen konstruktiven Aufwand gekennzeichnet, wodurch deren Herstellkosten im Vergleich zu Druckreglern, die ohne Dämpfungselemente ausgebildet sind, in unerwünschtem Umfang ansteigen.

Bei der Gestaltung der vorbeschriebenen Closed-End-Druckregler bilden die Anforderungen an eine hohe Stelldynamik bei gleichzeitig geringer Leckage ein Spannungsfeld, welches nur durch das Eingehen von Kompromissen auflösbar ist. Die geometrische Ausgestaltung des als Kugelsitz ausgeführten ersten Sitzventils legt die maximale Leckage bzw. den maximal über den Closed-End-Druckregler fuhrbaren Volumenstrom fest, wenn das zweite Sitzventil, welches oftmals als Kegel- oder Flachsitz ausgeführt ist, wesentlich größer dimensioniert ist. Der vorzugsweise als Kugel ausgeführte Ventilkörper des ersten Sitzventils wird durch eine Stößelstange bzw. einen Ventilstößel betätigt, welche nach dem Öffnen des ersten Sitzventils den offenen Querschnitt der Zulaufgeometrie des Closed-End-Druckreglers unabhängig von der Schieberposition zwischen der Drossel bzw. Blende des ersten Sitzventils und der Stößelstange freigibt.

Die vorbeschriebenen Closed-End-Druckregler weisen bei niedrigen Ölttemperaturen aufgrund der dann höheren Viskosität des Hydraulikfluids einen stark verminderten Zulaufvolumenstrom auf, womit sich die Ventildynamik, insbesondere der vorgesteuerten Kupplungsventile, reduziert. Eine Kompensation der temperaturabhängigen Reduzierung der Ventildynamik durch eine größere Zulaufgeometrie der Closed-End-Druckregler ist dabei nicht oder nur teilweise sinnvoll, da die Closed-End-Druckregler dann bei hohen Betriebstemperaturen des Hydraulikfluides einen unerwünscht hohen Leckagefluidvolumenstrom aufweisen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Druckregelventilvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die durch eine hohe Ventildynamik bei gleichzeitig geringer Leckage gekennzeichnet ist und konstruktiv einfach ausgestaltet wurde.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Druckregelvorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Druckregelventilvorrichtung ist mit wenigstens einem Zulaufbereich und einem ersten Ablaufbereich und mindestens einem zweiten Ablaufbereich ausgebildet, die über zwei Sitzventile miteinander verbindbar sind. Stromauf des zwischen dem ersten Ablaufbereich und dem zweiten Ablaufbereich angeordneten zweiten Sitzventils ist eine Stromführungseinrichtung mit einem Einlaufbereich und einem in axialer Erstreckung der Stromführungseinrichtung dazu beabstandeten Auslaufbereich zur definierten Strömungsführung von aus dem Zulaufbereich in Richtung des zweiten Sitzventils strömenden Fluids ausgebildet.

Erfindungsgemäß ist die Stromführungseinrichtung mit mehreren voneinander getrennten Kanalbereichen derart versehen, dass das durch die Kanalbereiche der Stromführungseinrichtung in Richtung des zweiten Sitzventils strömende Fluid stromab des Auslaufbereiches in einen Drall versetzt wird. Vorteilhafterweise können dabei die Kanalbereiche dem in Richtung des zweiten Sitzventils strömenden Fluid stromab des Auslaufbereiches eine wenigstens annähernd strudelförmige Strömung aufprägen.

Damit wird der Fluidströmung zwischen den beiden Sitzventilen ein derartiger Drall aufgeprägt, dass das strömende Fluid im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Druckregelventilen ein stabileres Strömungsverhalten aufweist. Dies resultiert aus der Tatsache, dass im Bereich der Krümmungen und

Umlenkungen durch die Kanalbereiche zusätzlich ein wesentlicher Teil der Strömungsenergie in Drallenergie umgewandelt wird. Damit weist das strömende Fluid in Hauptströmungsrichtung, d. h. in Richtung des zweiten Sitzventils, im Vergleich zu herkömmlich ausgeführten Druckregelventilvorrichtungen eine Kreiselbewegung der Fluidteilchen des Fluids auf, woraus sich ein rückwirkungsfreieres Verhalten der Strömung und damit eine größere Dämpfung als bei herkömmlichen Druckregelventilvorrichtungen einstellt.

Zudem werden Anregungen sowie Störungen durch Druckschwankungen im Zulaufbereich sowie im ersten Ablaufbereich aufgrund der Einleitung in die drallbehaftete Strömung und während der Durchströmung der Stromführungseinrichtung aufgrund eines Störenergieabbaus verringert, wobei ein tangentialer Auftreffwinkel der Stromfäden des strömenden Hydraulikfluides im Bereich des zweiten Sitzventils eine indirektere Druckfortpflanzung in Strömungsrichtung und somit ein stabilisierendes Verhalten erreicht wird.

Zusätzlich werden bei der erfindungsgemäßen Druckregelventilvorrichtung Schwingungsanregungen durch einen beispielsweise die Sitzventile betätigenden Proportionalmagneten infolge der Kreiselbewegung der Fluidteilchen des Fluids in Strömungsrichtung im Vergleich zu herkömmlichen Ventilvorrichtungen besser gedämpft und Störungen zwischen dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal werden besser unterdrückt sowie ein Entlüftungsverhalten der Druckregelventilvorrichtung bei eingeschlossener Luft verbessert.

Grundsätzlich bietet die strudelförmige Strömung des die Druckregelventilvorrichtung durchströmenden Hydraulikfluidvolumenstromes bzw. der dem Hydraulikfluid aufgeprägte Drall den Vorteil, dass das Fluid mit geringem Strömungswiderstand in Richtung des zweiten Sitzventils geführt wird und im Bereich des zweiten Sitzventils tangential auf die Dichtfläche eines Ventilschließelementes des zweiten Sitzventils und den zweiten Ventilsitz auftritt. Dadurch ist die Druckregelventilvorrichtung mit geringen Ansprechzeiten und einer ho-

hen Ventildynamik betreibbar. Zudem hat die temperaturabhängige Reduzierung des Zulaufvolumenstromes auch geringere Auswirkungen auf die Ventildynamik als bei aus dem Stand der Technik bekannten Ventileinrichtung, womit eine Zulaufgeometrie der erfindungsgemäßen Druckregelventilvorrichtung auf ein erforderliches Minimum auslegbar ist und der ebenfalls temperaturabhängige Leckageölvolumenstrom auf einfache Art und Weise begrenzt ist.

Des Weiteren werden durch den dem Hydraulikfluid im Bereich der Stromführungseinrichtung aufgeprägten Strömungsdrall Abweichungen von einer symmetrischen Strömung des Hydraulikfluides in der Druckregelventilvorrichtung reduziert und an dem Ventilschließelement und einen das Schließelement betätigenden Ventilstößel angreifende fluidische Querkräfte auf konstruktiv einfache und kostengünstige Art und Weise herabgesetzt, welche die Funktionsweise der Druckregelventilvorrichtung mit steigenden Werten zunehmend nachteilig beeinflussen. Die Beeinträchtigung der Funktionsweise der Druckregelventilvorrichtung resultiert aus von den Querkräften verursachten Reibkräften, die im Bereich von Lagerungen des Ventilstößels auftreten und eine Hysterese der Druckregelventilvorrichtung vergrößern.

Die erfindungsgemäße Druckregelventilvorrichtung ist im Vergleich zu herkömmlichen Ventilvorrichtungen bei niedrigen Betriebstemperaturen auch durch kurze Sprungantwortzeiten gekennzeichnet. Im Stabilitätsvergleich ist die Druckregelventilvorrichtung durch eine stärkere Dämpfung und dadurch ein schnelleres Abklingverhalten beim Normsprung gekennzeichnet, wobei die Druckregelventilvorrichtung auch ohne die Herstellkosten erhöhende separate Dämpfungseinrichtung betreibbar ist und ein Sitzprellen im Bereich des zweiten Sitzventils vermieden ist.

Die Führungsfrequenzgänge sind im Bereich der Lastübernahme durch eine höhere Eckfrequenz gekennzeichnet, wobei diese temperaturunabhängig ist. Zusätzlich wird bei der erfindungsgemäßen Druckregelventilvorrichtung trotz

des Dämpferentfalls bei der Lastübernahme tendenziell eine bessere Stördrückung erreicht. Innerhalb der Stromführungseinrichtung und im Bereich des zweiten Sitzventils ist die Druckregelventilvorrichtung im Vergleich zu herkömmlichen Ventilvorrichtungen durch eine geringere Anzahl an Totzonen und durch eine reduzierte Wirbelbildung gekennzeichnet.

Es ist günstig, wenn die Kanalbereiche wenigstens annähernd schraubenförmig gemäß einer mehrgängigen Schraube ausgebildet sind. Hierbei können die Kanalbereiche entlang der Fliessrichtung des Fluids gleichgerichtet gekrümmt ausgeführt sein oder auch abhängig von der Ausrichtung der Kanalbereiche relativ zur Längsachse der Stromführungseinrichtung und Länge der Kanalbereiche in erster Näherung an eine mehrgängigen Schraube geradlinig ausgerichtet sein.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Druckregelventilvorrichtung nach der Erfindung wird das Fluid mit im Wesentlichen laminarer Strömung durch die Kanalbereiche geführt, womit der Durchflusswiderstand der Druckregelventilvorrichtung im Vergleich zu bekannten Druckregelventilen, bei welchen das Hydraulikfluid oft unerwünschte und den Durchflusswiderstand erhöhende Verwirbelungen und Rückströmungen aufweist, minimiert wird.

Der Durchflusswiderstand der Druckregelventilvorrichtung wird bei einer vorteilhaften Weiterbildung dadurch reduziert, dass die Kanalbereiche durch Stegbereiche voneinander getrennt sind, deren Stegdicken sich vom Einlaufbereich bis zum Auslaufbereich stetig verjüngen, wobei die Stirnflächen der Stegbereiche im Einlaufbereich bei weiteren vorteilhaften Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Druckregelventilvorrichtung abgerundet ausgebildet sind, um den Durchflusswiderstand erhöhende Verwirbelungen des Hydraulikfluides im Einlaufbereich der Stromführungseinrichtung gering zu halten oder zu vermeiden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Druckregelventilvorrichtung nach der Erfindung ist zwischen dem Auslaufbereich der Stromführungseinrichtung und dem zweiten Sitzventil mit einem Düsenbereich ausgeführt, mittels welchem die strudelförmige Strömung des Hydraulikfluides in Form einer dünnfilmigen Strömung im Bereich der Düsenaußenfläche definiert in Richtung des Ventilsitzes des zweiten Sitzventils führbar ist, wobei sich der Düsenbereich bei einer Weiterbildung der Druckregelventilvorrichtung ausgehend vom Auslaufbereich in Richtung des zweiten Ventilsitzes kegelförmig verjüngt und die wandgeführten Stromfäden möglichst harmonisch vom Auslaufbereich der Stromführungseinrichtung in Richtung des Ventilsitzes des zweiten Sitzventils geführt werden und eine möglichst verlustfreie Drallaufprägung realisierbar ist.

Eine ausreichende Dämpfung von Druckschwingungen bei gleichzeitig niedrigem Durchflusswiderstand wird bei weiteren vorteilhaften Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Druckregelventilvorrichtung dadurch erreicht, dass sich an den verjüngenden Durchmesserbereich des Düsenbereiches ein wenigstens annähernd hohlzylindrischer Übergangsbereich anschließt, an welchen sich wiederum ein optionaler Diffusorbereich anschließt, der in den zweiten Ventilsitz übergeht, da den im Düsenbereich wandgeführten Stromfäden des Hydraulikfluides weitere sanfte Umlenkungen ohne den Drall bzw. die strudelartige Strömung wesentlich zu beeinflussen aufprägar sind und somit Druckschwankungen ohne einen Durchflusswiderstand wesentlich zu erhöhen weiter gedämpft werden können.

Bei einer kostengünstig und fertigungstechnisch einfach herstellbaren Ausführungsform der Druckregelvorrichtung ist der Düsenbereich und der die Kanalbereiche aufweisende Teil der Stromführungseinrichtung aus unterschiedlichen Materialien hergestellt, wobei der Düsenbereich und der die Kanalbereiche aufweisende Teil der Stromführungseinrichtung bei einer weiteren einfach

zu montierenden Ausführungsform der Druckregelventilvorrichtung vorzugsweise über eine Clipsverbindung miteinander verbindbar sind.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Druckregelventilvorrichtung nach der Erfindung durchströmt das Fluid den Ventilsitz des zweiten Sitzventils wenigstens annähernd in der Tangentialebene eines mit dem zweiten Ventilsitz zusammenwirkenden Bereiches einer Dichtfläche eines Ventilschließgliedes, womit eine erhebliche Reduzierung der Sitzprellgefahr im Bereich des zweiten Sitzventils erreicht wird und sowohl ein verlustärmerer Austritt im Bereich des Ventilsitzes sowie ein hochdynamisches Verhalten der Druckregelventilvorrichtung speziell bei niedrigen Betriebstemperaturen des Hydraulikfluides erreicht wird.

Eine die Funktionsweise auf konstruktiv einfache Art und Weise gewährleistende Ausführungsform der Druckregelventilvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein mit dem Ventilschließglied wirkverbundener Ventilstößel im Bereich des die Kanalbereiche aufweisenden Teils der Stromführungseinrichtung längsbeweglich geführt ist, da am Ventilstößel angreifende Querkräfte somit auf einfache Art und Weise im Bereich mehrerer zueinander beabstandeter Stützstellen abstützbar sind und die Beweglichkeit des Ventilstößels beeinträchtigende Verkantungen und Schrägstellungen des Ventilstößels vermieden sind.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Druckregelventilvorrichtung ist das erste Sitzventil mit einem Kugelsitz ausgebildet und eine den Ventilsitz ausbildende Blende ist mit einer Blendendicke kleiner als 0,4 mm, vorzugsweise kleiner als 0,3 mm, ausgeführt, womit eine Spreizung des Volumenstromes über den Temperaturbereich im Vergleich zu herkömmlich ausgeführten Druckregelventilvorrichtungen reduziert ist und die Temperaturabhängigkeit der Ventilcharakteristik verringert ist.

Ist das zweite Sitzventil mit einem Kegelsitz ausgeführt, liegt bei gleichem Regeldruck des mit dem Ventilsitz zusammenwirkenden Ventilschließgliedes im Vergleich zu einem Kugelsitz oder einem Flachsitz ein größerer Öffnungshub vor, wodurch im Vergleich zu einem Kugel- oder Flachsitz der die Ventildynamik verbessernde Dralleffekt der Strömung des Hydraulikfluids weiter verstärkt wird. Des Weiteren ist die Strömung des Hydraulikfluids bei Vorliegen eines mit einem Kegelsitz ausgeführten Sitzventils mit einem geringen Durchflusswiderstand tangential zur Sitzfläche des zweiten Sitzventils führbar.

Grundsätzlich sind die vorbeschriebenen Vorteile der erfindungsgemäßen Druckregelventilvorrichtung auch bei einer Ausführung des zweiten Sitzventils mit einem Kugelsitz oder einem Flachsitz erzielbar.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und den unter Bezugnahme auf die Zeichnung prinzipmäßig beschriebenen Ausführungsbeispielen, wobei zu Gunsten der Übersichtlichkeit in der Beschreibung der Ausführungsbeispiele für bau- und funktionsgleiche Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematisierte Längsschnittansicht einer Druckregelventilvorrichtung;

Fig. 2 eine Einzelansicht einer ersten Ausführungsform einer Stromführungseinrichtung der Druckregelventilvorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3 eine Einzelansicht einer zweiten Ausführungsform der Stromführungseinrichtung der Druckregelventilvorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 4 eine dreidimensionale Schnittansicht der Stromführungseinrichtung gemäß Fig. 3; und

Fig. 5 einen grafischen Vergleich zwischen der Durchflussmenge in einem herkömmlichen Kupplungsventil und der Druckregelvorrichtung gemäß Fig. 1 über dem Ansteuerstrom der Aktoreinrichtung des Kupplungsventils bzw. der Druckregelventilvorrichtung.

In Fig. 1 ist eine Druckregelventilvorrichtung 1 eines Hydrauliksystems zum Einstellen eines angeforderten Betriebszustandes eines Kraftfahrzeug-Automatgetriebes in einer schematisierten Längsschnittansicht gezeigt, die eine Ventileinrichtung 2 und eine die Ventileinrichtung 2 in der später beschriebenen Art und Weise betätigende Aktoreinrichtung 3 umfasst. Die in der Zeichnung dargestellte Druckregelventilvorrichtung 1 ist als ein Druckbegrenzungsventil ausgeführt, das in Abhängigkeit eines über ein weiteres Drucksteuerventil des Hydrauliksystems eingestellten Vorsteuerdruckes betätigbar ist und mittels welchem ein Betätigungsdruck für ein als Lamellenkupplung oder Lamellenbremse ausgebildetes Schaltelement einstellbar ist.

Die Aktoreinrichtung 3 der Druckregelventilvorrichtung 1 weist in einem Gehäuse 4 einen Proportionalmagnet 5 auf, dessen Spule 6 in bestromtem Zustand einen Anker 7 mit einer Magnetkraft F_{mag} beaufschlagt und aus der in Fig. 1 dargestellten Position entgegen der Federkraft einer Federeinrichtung 9 in Richtung eines Anschlages 8 verschiebt.

Der Anker 7 ist mit einem Ventilstößel 10 wirkverbunden, so dass der Anker 7 und der Ventilstößel 10 gemeinsam vom Proportionalmagneten 5 betätigt werden. In Abhängigkeit einer aktuellen Stellung des in gehäusefesten Bauteilen der Druckregelventilvorrichtung 1 längsverschieblich geführten Ventilstößels 10 wird ein erstes Sitzventil 11 und ein zweites Sitzventil 12 geöffnet oder geschlossen.

Das erste Sitzventil 11 ist vorliegend als Kugelsitzventil und das zweite Sitzventil 12 ist als Kegelsitzventil ausgeführt, wobei das erste Sitzventil 11 einen Zulaufbereich 13, der den Druckversorgungsbereich der Druckregelventilvorrichtung 1 darstellt, in geschlossenem Zustand von einem ersten Ablaufbereich 14 trennt und in geöffnetem Zustand eine Versorgung des ersten Ablaufbereiches 14 mit Hydraulikfluid ausgehend vom Zulaufbereich 13 ermöglicht.

Über das zweite Sitzventil 12 ist eine Verbindung zwischen dem ersten Ablaufbereich und einem zweiten Ablaufbereich trennbar, um einen Druck p_{VS} im ersten Ablaufbereich 14 einstellen zu können. Der zweite Ablaufbereich 15 ist vorliegend mit einem Umgebungsdruck p_{∞} aufweisenden Bereich einer als Automatgetriebe ausgebildeten Getriebeeinrichtung verbunden, womit der Druck p_{VS} des ersten Ablaufbereiches 14 bei geöffnetem zweiten Sitzventil 12 in Abhängigkeit des Öffnungsgrades reduziert wird.

Sowohl das vorliegend mit einer kegelförmigen Dichtfläche ausgeführte Ventilschließglied 16 des zweiten Sitzventils 12 als auch das kugelförmige Ventilschließglied 17 des ersten Sitzventils 11 werden über den in axialer Richtung der Ventileinrichtung 2 verschiebbar angeordneten Ventilstößel 10 bzw. den Anker 7 betätigt, wobei das erste Sitzventil 11 in der in Fig. 1 dargestellten Position des Ankers 7 vollständig am ersten Ventilsitz 18, der im Bereich einer Blende 19 mit einer Blendendicke von 0,4 mm oder kleiner, insbesondere 0,3 mm oder kleiner, ausgebildet ist, vollständig anliegt und das erste Sitzventil 11 geschlossen ist.

Das zweite Sitzventil 12 bzw. das Ventilschließglied 16 des zweiten Sitzventils 12 ist in diesem Betriebszustand der Druckregelventilvorrichtung 1 um den maximalen Hubweg vom zweiten Ventilsitz 20 abgehoben, womit der erste Ablaufbereich 14 drucklos ist bzw. der Druck p_{VS} des ersten Ablaufbereiches 14 dem Umgebungsdruck p_{∞} entspricht.

Stromauf des zwischen dem ersten Ablaufbereich 14 und dem zweiten Ablaufbereich 15 angeordneten zweiten Sitzventils 12 ist eine Stromführungseinrichtung 21 mit einem Einlaufbereich 22 und einem Auslaufbereich 23 zur definierten Stromführung von aus dem Zulaufbereich 13 und/oder dem ersten Ablaufbereich 14 in Richtung des zweiten Sitzventils 12 strömenden Fluids vorgesehen.

Das Fluid wird in der Stromführungseinrichtung 21 zwischen dem Einlaufbereich 22 und dem Auslaufbereich 23 in mehreren über den Umfang der Stromführungseinrichtung 21 verteilt angeordneten und voneinander getrennten Kanalbereichen 24 geführt, welche wenigstens annähernd schraubenförmig ausgebildet sind, so dass dem in Richtung des zweiten Sitzventils 12 strömenden Fluid stromab des Auslaufbereiches 23 eine wenigstens annähernd strudelförmige Strömung bzw. ein Drall aufgeprägt wird. Das Fluid durchströmt die Kanalbereiche 24 mit im Wesentlichen laminarer Strömung, so dass in diesem Bereich eine möglichst verlustarme Durchströmung der Ventileinrichtung 2 vorliegt.

Zwischen dem Auslaufbereich 23 der Stromführungseinrichtung 21 und dem zweiten Sitzventil 12 ist ein Düsenbereich 25 vorgesehen, der sich ausgehend vom Auslaufbereich in Richtung des zweiten Sitzventils 12 kegelförmig verjüngt und der vom Fluid nach dem Austritt des Fluids aus dem Auslaufbereich 23 der Stromführungseinrichtung 21 strudelförmig durchströmt wird. Dabei durchströmt das Fluid den Düsenbereich 25 im Bereich einer den Innenraum 26 des Düsenbereiches begrenzenden Düseninnenfläche mit einer dünnfilmigen Strömung. An den sich verjüngenden Durchmesserbereich des Düsenbereiches 25 schließt sich ein wenigstens annähernd hohlzylindrischer Übergangsbereich 27 an, der wiederum zwischen dem sich verjüngenden Durchmesserbereich des Düsenbereiches 25 und einem Diffusorbereich 28 angeordnet ist, der in den zweiten Ventilsitz 20 übergeht.

Die vorbeschriebene Ausgestaltung der Stromführungseinrichtung 21 in Verbindung mit dem Düsenbereich 25 sowie den sich daran anschließenden Übergangsbereich 27 und Diffusorbereich 28 führt dazu, dass die drallförmige bzw. strudelförmige Strömung des Fluids in geöffnetem Zustand des zweiten Sitzventils 12 den zweiten Ventilsitz 20 tangential zur Kegelfläche des Ventilschließgliedes 16 des zweiten Sitzventils 12 und der Dichtfläche des Ventilsitzes 20 mit geringen Strömungsverlusten durchströmt.

Mittels der vorbeschriebenen erzwungenen Strömung werden Druckschwankungen im Zulaufbereich 13 reduziert bzw. aus den Druckschwankungen resultierende Schwingungen gedämpft, da die Störenergie im Bereich der Stromführungseinrichtung 21 aufgrund der Drallaufprägung in größerem Umfang absorbiert wird als bei herkömmlich ausgeführten Ventilvorrichtungen bzw. Kupplungsventilen.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Stromführungseinrichtung 21, bei welchem der die Kanalbereiche 24 aufweisende Teil der Stromführungseinrichtung 21 einstückig mit dem Düsenbereich 25 und dem Ventilsitz 20 des zweiten Sitzventils 12 ausgebildet ist. Damit weist der erste Teil der Stromführungseinrichtung 21 schraubenförmige Einfräsungen auf, welche von einer Spitze 29 der Stromführungseinrichtung 21 in axialer Richtung der Stromführungseinrichtung zunächst von einem inneren Bereich nach außen verlaufen, die Wandung der Stromführungseinrichtung durchdringen und zwischen der Umgebung der Stromführungseinrichtung 21 und dem Düseninnenraum 26 eine Verbindung herstellen. Aufgrund dieser Ausgestaltung der Kanalbereiche 24 wird dem die Stromführungseinrichtung 21 durchströmenden Fluid der gewünschte Drall bzw. die strudelförmige Strömung aufgeprägt.

Durch den Strömungsdrall werden Abweichungen von einer symmetrischen Strömung des Fluids reduziert und an dem Ventilschließglied 16 des

zweiten Sitzventils 12 sowie dem Ventilstößel 10 angreifende Querkräfte herabgesetzt, welche die Funktionsweise der Druckregelventilvorrichtung nachteilig beeinflussen. Die Nachteile resultieren aus im Bereich der Gleitlagerungen des Ventilstößels 10 sowie im Bereich zwischen der kegelförmigen Dichtfläche des Ventilschließgliedes 16 des zweiten Sitzventils 12 und dem Ventilsitz 20 während eines Schließ- oder Öffnungsvorganges des zweiten Sitzventils 12 auftretenden Reibungskräfte, die zur Vergrößerung der Hysterese der Druckregelventilvorrichtung 1 beitragen.

Zusätzlich klingt bei der Druckregelventileinrichtung 1 durch den im Bereich der Stromföhrungseinrichtung 21 erzeugten Strömungsdrall eine Schwingungsanregung des Ventilstößels 10 im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Druckregelventilen, die jeweils mit einem Dämpfungselement ausgebildet sind, auch ohne ein solches Dämpfungselement schneller ab. Damit steht der über die Druckregelventilvorrichtung eingestellte Druck p_{VS} des ersten Ablaufbereiches 14 früher für die Betätigung eines mit dem Druck p_{VS} beaufschlagten Kupplungsventils und somit für die Betätigung eines Schaltelementes einer Automatikgetriebeeinrichtung zur Verfügung. Zudem werden die durch die Schwingungsanregung des Ventilstößels ausgelösten Druckschwingungen in vermindertem Umfang bzw. über einen kürzeren Zeitraum erzeugt und daher auch über einen kürzeren Zeitraum ins System eingeleitet.

Durch die verbesserte Schwingungsstabilität der Druckregelventilvorrichtung 1 wird auch ein sogenanntes Sitzprellen im Bereich des zweiten Sitzventils 12 vermieden bzw. in wesentlichem Umfang reduziert, womit die Lebensdauer der Druckregelventilvorrichtung 1 im Vergleich zu bekannten Kupplungsventilen verlängert wird. Das Sitzprellen tritt bei herkömmlichen Kupplungsventilen bzw. Ventilvorrichtungen besonders bei geringen Öffnungshüben eines Ventilschließgliedes eines Sitzventils auf, wenn Anregungen bzw. Schwingungen des Ventilschließgliedes und des damit wirkverbundenen Ventilstößels, deren Amplituden im Bereich der Öffnungshübe liegen, zu einem kurzzeitigen, ungedämpf-

ten und daher unerwünschten Anlegen des Ventilschließgliedes an den Ventil-
sitz führen, wobei in solchen Betriebszuständen eines Druckregelventils im
Bereich eines Sitzventils hohe Belastungen auftreten, die die Funktionsweise
eines Kupplungsventils und somit eines Automatgetriebes auf Dauer nachteilig
beeinflussen.

In Fig. 3 und Fig. 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Stromfüh-
rungseinrichtung 21 gezeigt, bei dem der Düsenbereich 25 und der die Kanal-
bereiche 24 aufweisende Teil der Stromführungseinrichtung 21 aus unter-
schiedlichen Materialien hergestellt und über eine Clipsverbindung 30 mitein-
ander verbunden sind. Während der Montage wird der Düsenbereich 25 über
den die Kanalbereiche 24 aufweisenden Teil der Stromführungseinrichtung 21
aufgeschoben und rastet mit einer umlaufenden Ringnut an einer ringförmigen
Erhebung 32 ein. Der vorliegend mit dem zweiten Ventil Sitz 20 des zweiten
Sitzventils 12 ausgeführte Düsenbereich 25 ist aus Metall, vorzugsweise aus
Messing, hergestellt, während der die Kanalbereiche 24 aufweisende Teil der
Stromführungseinrichtung 21 aus Kunststoff hergestellt ist.

Die in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellte zweite Ausführungsform der Strom-
führungseinrichtung 21 ist im Vergleich zu der in Fig. 2 dargestellten ersten
Ausführungsform kostengünstiger herstellbar, wobei mittels des aus Metall
gebildeten Düsenbereiches 25 eine hohen Lebensdauer der Druckregelventil-
vorrichtung 1 erreicht wird.

Neben den vorbeschriebenen Maßnahmen ist die Drallströmung bzw. die
strudelförmige Strömung des Fluids im Bereich des zweiten Ventilsitzes 20 des
zweiten Sitzventils 12 auch in Abhängigkeit der axialen Länge der kegelförmigen
Dichtfläche des Ventilschließgliedes 16 des zweiten Sitzventils 12 variier-
bar. So ist die Strömung des zweiten Sitzventils 12 bei einer längeren Ausfüh-
rung der kegelförmigen Dichtfläche des Ventilschließgliedes 16, die eine ver-
größerte Auftrefffläche für das mit dem Drall strömende Hydraulikfluidvolumen

aufweist, im Vergleich zu kürzeren Ausgestaltungen weiter verbessert und die Druckregelventilvorrichtung durch ein schnelleres Ansprechverhalten gekennzeichnet.

In Fig. 5 ist die Abhängigkeit zwischen einem über ein herkömmliches Druckregelventil fñhrbaren Volumenstrom Q_1 und einem Ansteuerstrom I einer das Kupplungsventil betätigenden Aktoreinrichtung in Form eines graphischen Verlaufes dargestellt. Diesem Verlauf ist ein weiterer Verlauf gegenübergestellt, der die Abhängigkeit zwischen einem über die Druckregelventilvorrichtung 1 gemäß Fig. 1 fñhrbaren Volumenstrom Q_2 und einem Ansteuerstrom I der die Ventileinrichtung 2 betätigenden Aktoreinrichtung 3 graphisch darstellt. Der Verlauf des Volumenstromes Q_1 , der über das aus der Praxis bekannte Kupplungsventil fñhrbar ist, ist als strichlierte Linie ausgeführt, während der Verlauf des Volumenstromes Q_2 , der über die Druckregelventilvorrichtung 1 fñhrbar ist, als durchgezogene Linie dargestellt ist.

Zusätzlich ist auch die Abhängigkeit zwischen dem Druck p_{VS} im Bereich des ersten Ablaufbereiches 14 über dem Ansteuerstrom I und den jeweils über die bekannte Druckregelventilvorrichtung fließenden Volumenströmen Q_1 bzw. Q_2 gezeigt. Die den Verläufen des Volumenstromes Q_1 bzw. Q_2 und des Druckes p_{VS} zugrunde liegende Temperatur ist 45°C.

Anhand der grafischen Gegenüberstellung der Verläufe des Volumenstromes Q_1 bzw. Q_2 ergibt sich, dass der über die Druckregelventilvorrichtung 1 gefñhrte Volumenstrom Q_2 kleiner als der Volumenstrom Q_1 ist, der bei gleichem Ansteuerstrom I zu fñhren ist, um im ersten Ablaufbereich 14 jeweils den selben Druckwert p_{VS} zu erzeugen. Mit ΔQ ist hierbei die Differenz der Maxima der Volumenströme Q_1 und Q_2 bezeichnet und verdeutlicht.

Eine den im Zulaufbereich 13 vorliegenden Versorgungsdruck zur Verfügung stellende Hydraulikpumpe ist in Verbindung mit der Druckregelventilvorrichtung 1 mit einer geringeren Förderleistung als bei herkömmlichen Kuppelungsventilen betreibbar, womit insgesamt eine kleinere, kostengünstigere und einen geringeren Bauraumbedarf aufweisende Hydraulikpumpe erforderlich ist. Zusätzlich ist der Leckagefluidvolumenstrom der Druckregelventilvorrichtung 1 im Vergleich zu einem bekannten Druckregelventil aufgrund des reduzierten Fördervolumenstromes der Hydraulikpumpe herabgesetzt.

Des Weiteren weist die Druckregelventilvorrichtung 1 bei der Referenztemperatur von 45 °C und bei reduzierter Durchflussmenge dasselbe Ansprechverhalten wie ein aus der Praxis bekanntes Druckregelventil auf. In niedrigeren Temperaturbereichen zeigt die Druckregelventilvorrichtung 1 sogar ein wesentlich besseres Ansprechverhalten als eine herkömmliche Ventilvorrichtung, wobei insbesondere bei Temperaturen von -10 °C oder -20 °C wesentliche Verbesserungen des Ansprechverhaltens der Druckregelventilvorrichtung 1 erkennbar sind.

Grundsätzlich sind mit der Druckregelventilvorrichtung nach der Erfindung neben der vorbeschriebenen Einstellung von Betätigungsdrücken für Schaltelemente von Automatgetrieben auch hydraulische Arbeitsdrücke für verschiedene andere hydraulische Verbraucher mit geringem konstruktivem Aufwand hochdynamisch und mit hoher Präzision einstellbar.

Bezugszeichen

- | | |
|----|--|
| 1 | Druckregelventilvorrichtung |
| 2 | Ventileinrichtung |
| 3 | Aktoreinrichtung |
| 4 | Gehäuse |
| 5 | Proportionalmagnet |
| 6 | Spule |
| 7 | Anker |
| 8 | Anschlag |
| 9 | Federeinrichtung |
| 10 | Ventilstößel |
| 11 | erstes Sitzventil |
| 12 | zweites Sitzventil |
| 13 | Zulaufbereich |
| 14 | erster Ablaufbereich |
| 15 | zweiter Ablaufbereich |
| 16 | Ventilschließglied des zweiten Sitzventils |
| 17 | Ventilschließglied des ersten Sitzventils |
| 18 | Ventilsitz des ersten Sitzventils |
| 19 | Blende |
| 20 | Ventilsitz des zweiten Sitzventils |
| 21 | Stromführungseinrichtung |
| 22 | Einlaufbereich |
| 23 | Auslaufbereich |
| 24 | Kanalbereich |
| 25 | Düsenbereich |
| 26 | Düseninnenraum |
| 27 | Übergangsbereich |
| 28 | Diffusorbereich |

- 29 Spitze der Stromführungseinrichtung
- 30 Clipsverbindung
- 31 Ringnut
- 32 Erhebung
- F_{mag} Magnetkraft
- I Ansteuerstrom
- p_{VS} Druck des ersten Ablaufbereiches
- p_{∞} Druck des zweiten Ablaufbereiches
- Q Volumenstrom

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Druckregelventilvorrichtung (1) mit wenigstens einem Zulaufbereich (13) und einem ersten Ablaufbereich (14) und mindestens einem zweiten Ablaufbereich (15), die über zwei Sitzventile (11, 12) miteinander verbindbar sind, wobei stromauf des zwischen dem ersten Ablaufbereich (14) und dem zweiten Ablaufbereich (15) angeordneten zweiten Sitzventils (12) eine Stromführungseinrichtung (21) mit einem Einlaufbereich (22) und einem in axialer Ersteckung der Stromführungseinrichtung (21) dazu beabstandeten Auslaufbereich (23) zur definierten Strömungsführung von aus dem Zulaufbereich (13) in Richtung des zweiten Sitzventils (12) strömenden Fluids vorgesehen ist, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Stromführungseinrichtung (21) mit mehreren voneinander getrennten Kanalbereichen (24) derart versehen ist, dass das durch die Kanalbereiche (24) der Stromführungseinrichtung (21) in Richtung des zweiten Sitzventils (12) strömende Fluid stromab des Auslaufbereiches (23) in einen Drall versetzt wird.

2. Druckregelventilvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Kanalbereiche dem in Richtung des zweiten Sitzventils (12) strömenden Fluid stromab des Auslaufbereiches (23) eine wenigstens annähernd strudelförmige Strömung aufprägen.

3. Druckregelventilvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass die Kanalbereiche (24) wenigstens annähernd schraubenförmig ausgebildet sind.

4. Druckregelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass das Fluid mit im Wesentlichen laminarer Strömung durch die Kanalbereiche (24) strömt.

5. Druckregelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanalbereiche (24) durch Stegbereiche voneinander getrennt sind, deren Stegdicken sich vom Einlaufbereich (22) bis zum Auslaufbereich (25) stetig verjüngen.

6. Druckregelventilvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass Stirnflächen der Stegbereiche im Einlaufbereich abgerundet ausgebildet sind.

7. Druckregelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Auslaufbereich (23) der Stromführungseinrichtung (21) und dem zweiten Sitzventil (12) ein Düsenbereich (25) vorgesehen ist.

8. Druckregelventilvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Düsenbereich (25) ausgehend vom Auslaufbereich (23) in Richtung des zweiten Sitzventils (12) kegelförmig verjüngt.

9. Druckregelventilvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den verjüngenden Durchmesserbereich des Düsenbereiches (25) ein wenigstens annähernd hohlzylindrischer Übergangsbereich (27) anschließt.

10. Druckregelventilvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den hohlzylindrischen Übergangsbereich (27) des Düsenbereiches (25) ein Diffusorbereich (28) anschließt, der in den zweiten Ventilsitz übergeht.

11. Druckregelventilvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenbereich (25) und der die

Kanalbereiche (24) aufweisende Teil der Stromführungseinrichtung (21) aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind.

12. Druckregelventilvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenbereich (25) und der die Kanalbereiche (24) aufweisende Teil der Stromführungseinrichtung (21) über eine Clipsverbindung (30) miteinander verbunden sind.

13. Druckregelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid einen Ventilsitz (20) des zweiten Sitzventils (12) wenigstens annähernd in der Tangentialebene eines mit dem Ventilsitz (20) des zweiten Sitzventils (12) zusammenwirkenden Bereiches einer Dichtfläche eines Ventilschließgliedes (16) durchströmt.

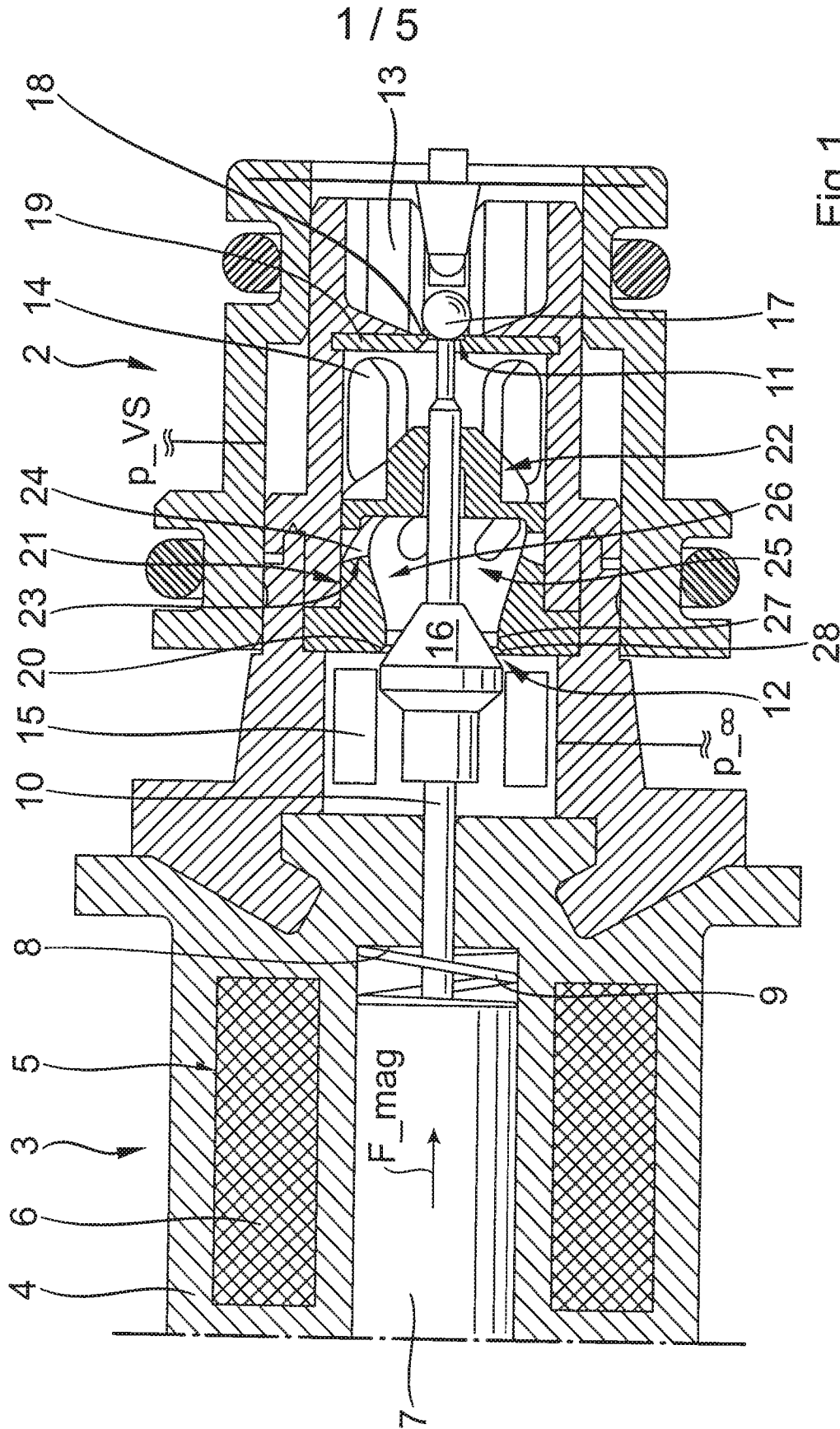
14. Druckregelventilvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit dem Ventilschließglied (16) wirkverbundener Ventilstößel (10) im Bereich des die Kanalbereiche (24) aufweisenden Teils der Stromführungseinrichtung (21) längsbeweglich geführt ist.

15. Druckregelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Sitzventil (11) mit einem Kugelsitz ausgebildet ist und eine den Ventilsitz (18) ausbildende Blende (19) mit einer Blendendicke $\leq 0,4$ mm, insbesondere $\leq 0,3$ mm, ausgeführt ist.

16. Druckregelventilvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Sitzventil (12) mit einem Kegelsitz ausgeführt ist.

17. Druckregelventilvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Sitzventil mit einem Kugelsitz ausgebildet ist.

18. Druckregelventilvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Sitzventil mit einem Flachsitz ausgeführt ist.



2 / 5

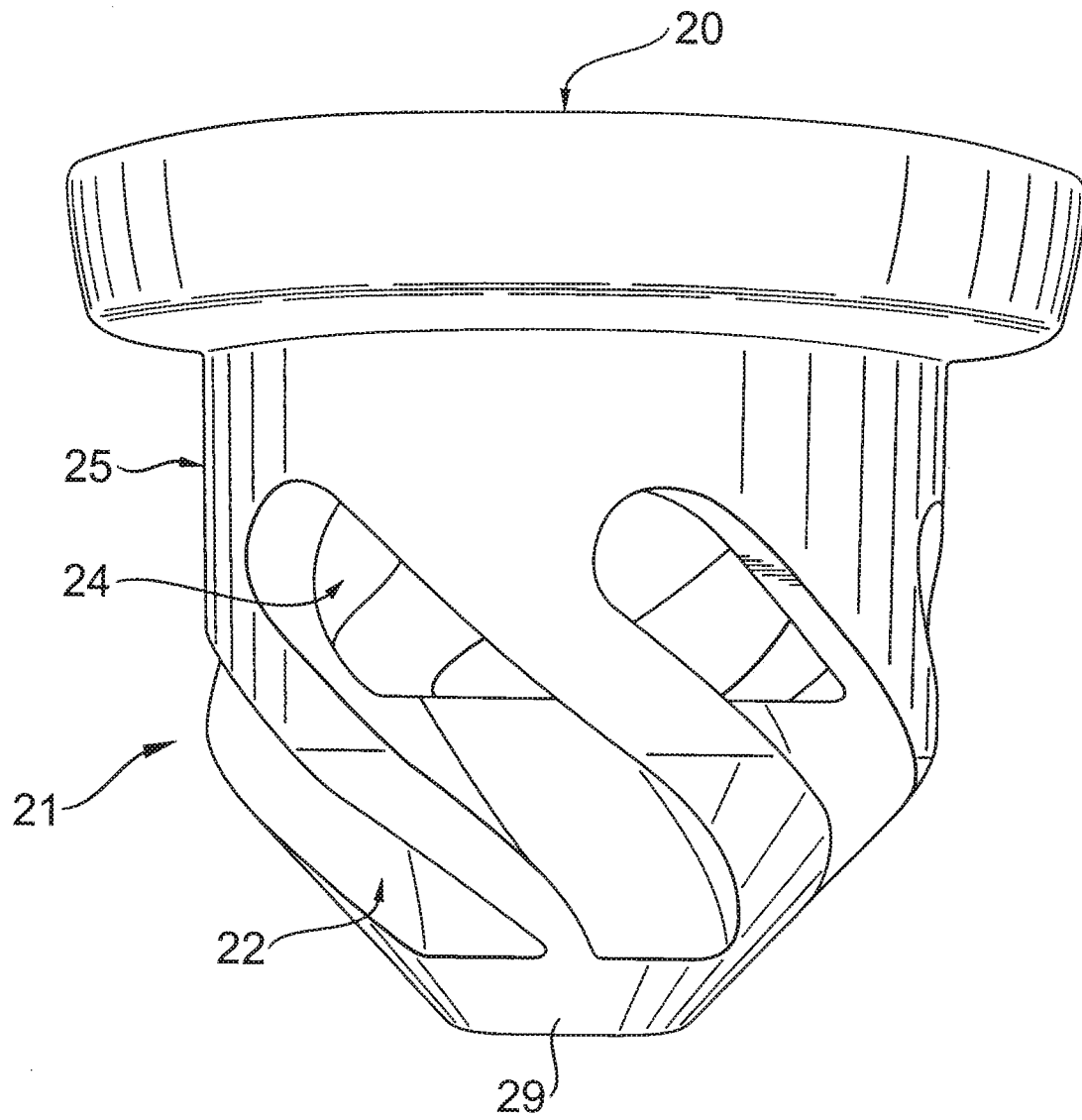


Fig.2

3 / 5

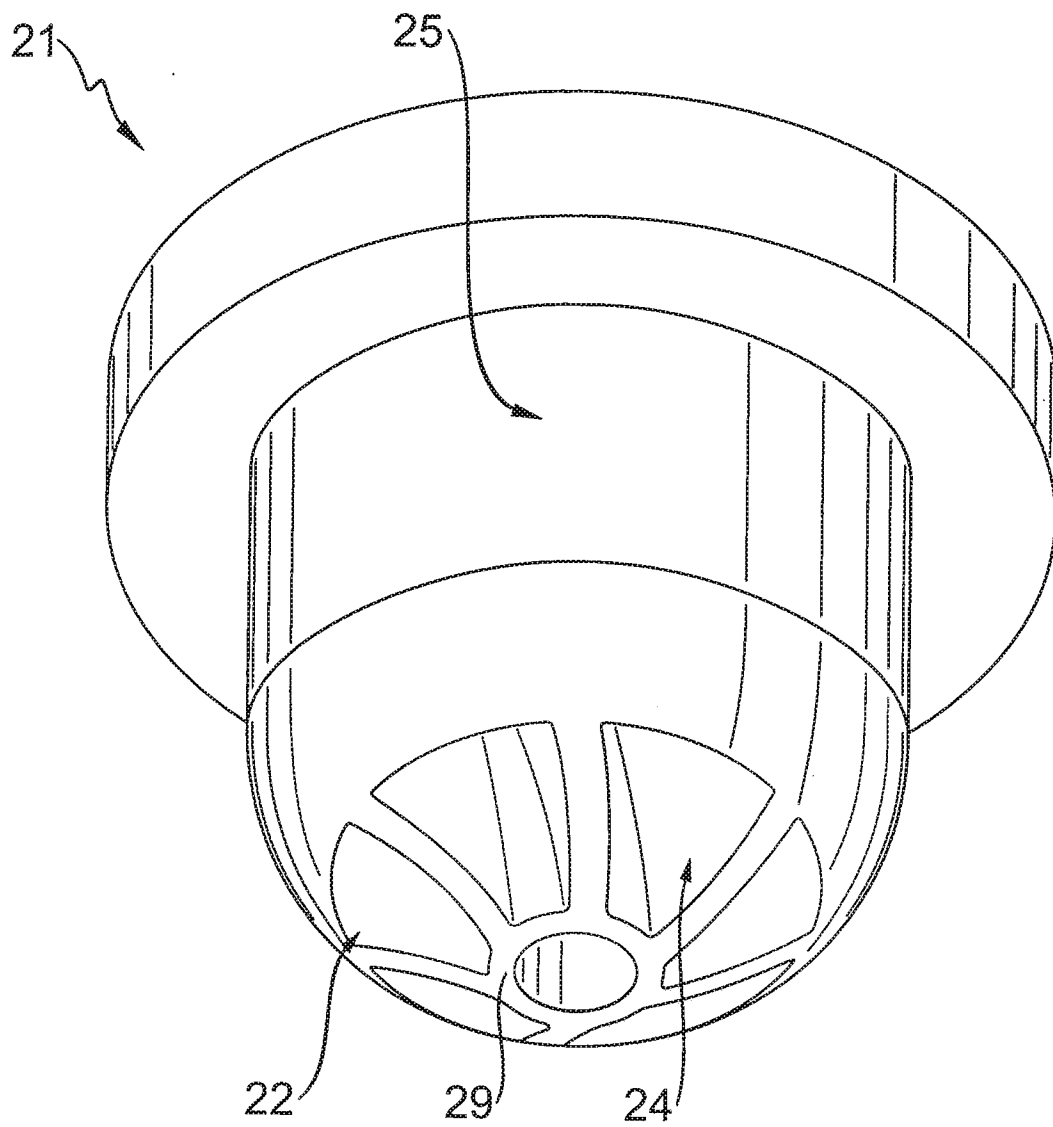
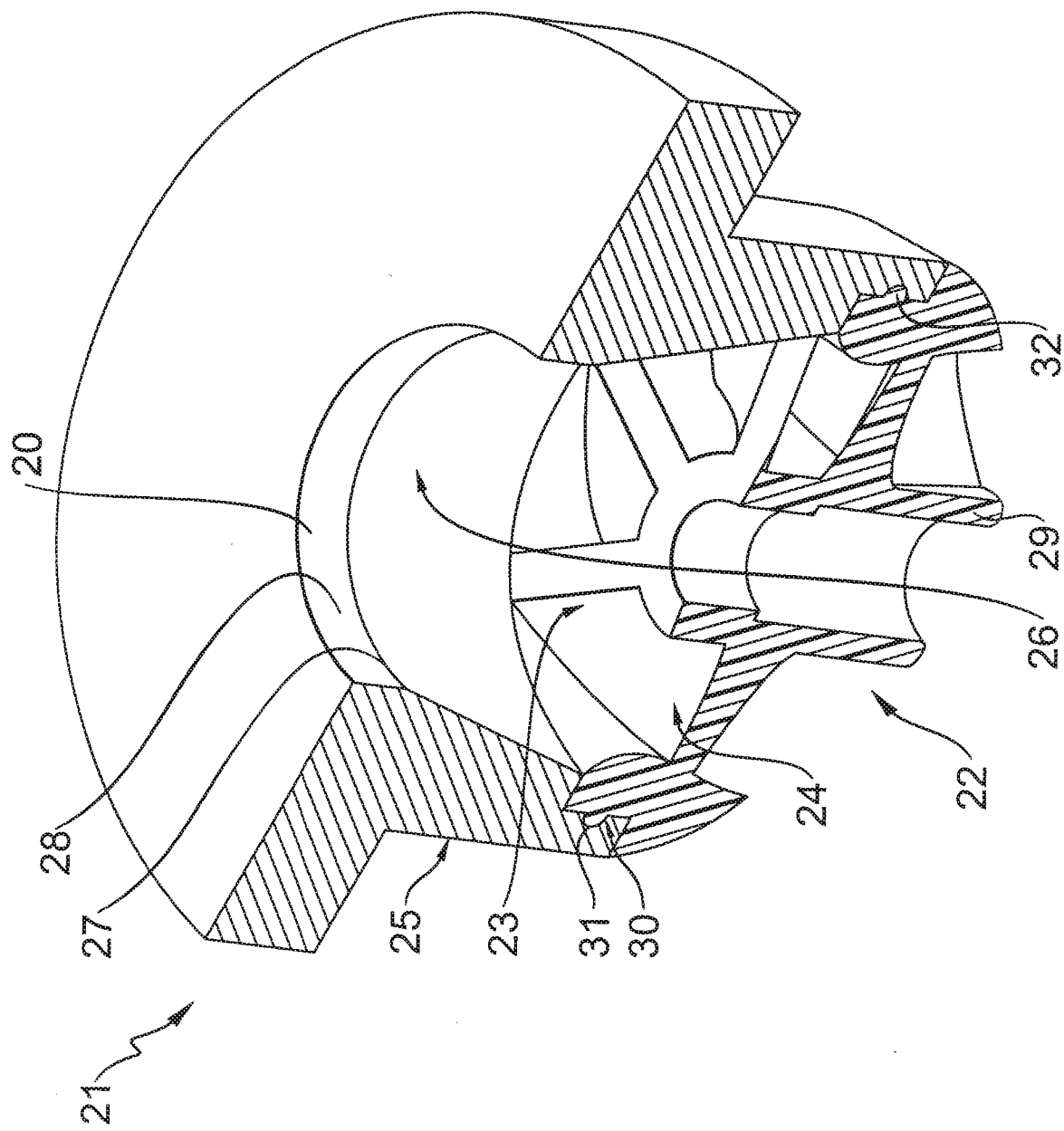


Fig.3



5 / 5

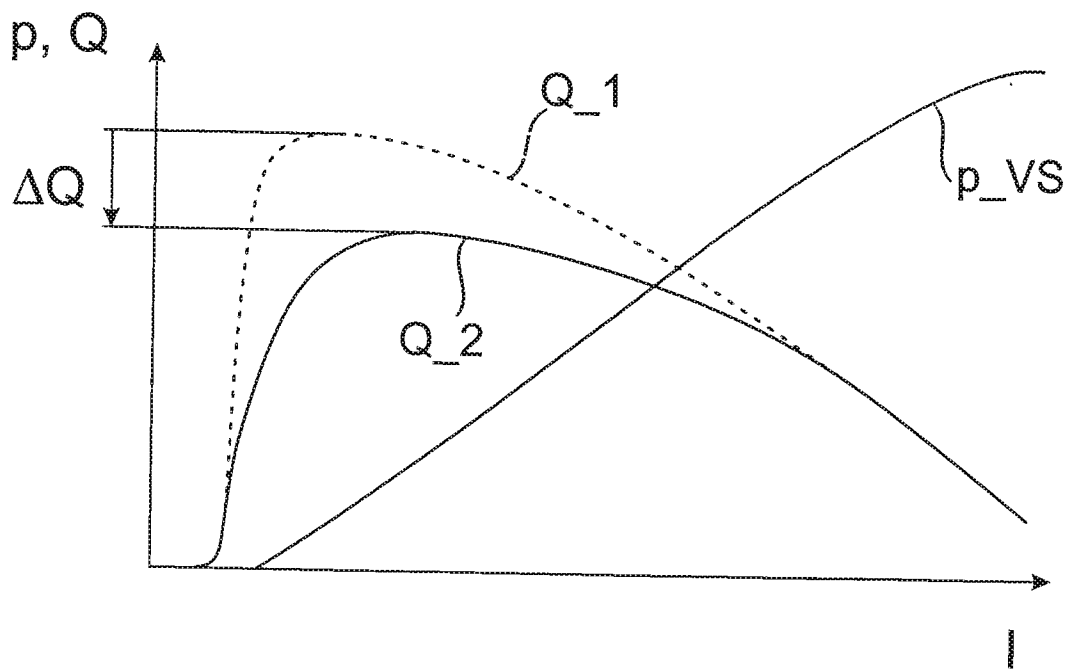


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/066983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16K31/06

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)

F16K F16D G05D

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2005/026858 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]; MAYR KARLHEINZ [AT]; SCHMIDT THILO) 24 March 2005 (2005-03-24) abstract; figures 1,2 -----	1-4, 13, 14, 18
Y	DE 39 02 466 A1 (MITSUBA ELECTRIC MFG CO [JP] MITSUBA CORP [JP]) 3 August 1989 (1989-08-03) abstract; figures 3,5-7 column 2, line 6 - line 15 column 2, line 60 - line 63 column 3, line 56 - line 62 -----	1-4, 13, 14, 18
A	WO 02/06911 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]; RUNGE WOLFGANG [DE]; REMMLINGER HU) 24 January 2002 (2002-01-24) abstract; figures 1-4 ----- -/--	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

E earlier 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.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 April 2009

Date of mailing of the international search report

06/05/2009

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Bilo, Eric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/066983

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 104 091 A (RATHAY GERALD V [US] ET AL) 14 April 1992 (1992-04-14) abstract; figures 1,2 -----	1
A	US 2005/067028 A1 (RYUEN SHIGETO [JP] ET AL) 31 March 2005 (2005-03-31) abstract; figures 1-4 -----	1
A	DE 10 2004 059119 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 2 February 2006 (2006-02-02) abstract; figures 1-7 -----	1
A	US 6 343 672 B1 (PETELA GRAZYNA [CA] ET AL) 5 February 2002 (2002-02-05) figure 3 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/066983

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005026858	A	24-03-2005	DE 10342892 A1 EP 1664959 A1 JP 2007506045 T KR 20060079222 A US 2007023091 A1	14-04-2005 07-06-2006 15-03-2007 05-07-2006 01-02-2007
DE 3902466	A1	03-08-1989	US 4936342 A	26-06-1990
WO 0206911	A	24-01-2002	DE 10034959 A1 EP 1301837 A2 JP 2004504566 T US 2003037825 A1	21-02-2002 16-04-2003 12-02-2004 27-02-2003
US 5104091	A	14-04-1992	NONE	
US 2005067028	A1	31-03-2005	NONE	
DE 102004059119	A1	02-02-2006	JP 2006010045 A US 2005284524 A1	12-01-2006 29-12-2005
US 6343672	B1	05-02-2002	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066983

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV: F16K31/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F16K F16D G05D

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.
Y	WO 2005/026858 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]; MAYR KARLHEINZ [AT]; SCHMIDT THILO) 24. März 2005 (2005-03-24) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1-4, 13, 14, 18
Y	DE 39 02 466 A1 (MITSUBA ELECTRIC MFG CO [JP] MITSUBA CORP [JP]) 3. August 1989 (1989-08-03) Zusammenfassung; Abbildungen 3,5-7 Spalte 2, Zeile 6 - Zeile 15 Spalte 2, Zeile 60 - Zeile 63 Spalte 3, Zeile 56 - Zeile 62	1-4, 13, 14, 18
A	WO 02/06911 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]; RUNGE WOLFGANG [DE]; REMMLINGER HU) 24. Januar 2002 (2002-01-24) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

E 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. April 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/05/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Bilo, Eric

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066983

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 104 091 A (RATHAY GERALD V [US] ET AL) 14. April 1992 (1992-04-14) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1
A	US 2005/067028 A1 (RYUEN SHIGETO [JP] ET AL) 31. März 2005 (2005-03-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 -----	1
A	DE 10 2004 059119 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 2. Februar 2006 (2006-02-02) Zusammenfassung; Abbildungen 1-7 -----	1
A	US 6 343 672 B1 (PETELA GRAZYNA [CA] ET AL) 5. Februar 2002 (2002-02-05) Abbildung 3 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066983

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2005026858 A	24-03-2005	DE 10342892 A1	14-04-2005
		EP 1664959 A1	07-06-2006
		JP 2007506045 T	15-03-2007
		KR 20060079222 A	05-07-2006
		US 2007023091 A1	01-02-2007
DE 3902466 A1	03-08-1989	US 4936342 A	26-06-1990
WO 0206911 A	24-01-2002	DE 10034959 A1	21-02-2002
		EP 1301837 A2	16-04-2003
		JP 2004504566 T	12-02-2004
		US 2003037825 A1	27-02-2003
US 5104091 A	14-04-1992	KEINE	
US 2005067028 A1	31-03-2005	KEINE	
DE 102004059119 A1	02-02-2006	JP 2006010045 A	12-01-2006
		US 2005284524 A1	29-12-2005
US 6343672 B1	05-02-2002	KEINE	