(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
29. Juni 2006 (29.06.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/066994 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04B 1/053 (2006.01) *F04B 11/00* (2006.01)
F04B 5/02 (2006.01) *F04B 1/04* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/055667

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Oktober 2005 (31.10.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102004061810.0
22. Dezember 2004 (22.12.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **ALAZE, Norbert** [DE/DE]; Lindenweg 6, 71706 Markgroeningen (DE). **SCHULLER, Wolfgang** [DE/DE]; Birkenweg 5a, 74389 Cleebronn (DE). **MICHL, Thomas** [DE/DE]; Grefstr. 37b, 70499 Stuttgart (DE). **BENKERT, Frank** [DE/DE]; Goethestrasse 12, 71732 Tamm (DE). **KARL, Andreas** [DE/DE]; Hermann-Hesse-Str. 29, 71672 Marbach/Neckar (DE). **OEZKAN, Goekhan** [DE/DE]; Waldenburger Str.16, 71691 Freiberg Am Neckar (DE). **KAEFERSTEIN, Berthold** [DE/DE]; Lessingstr. 28, 74343 Sachsenheim (DE).

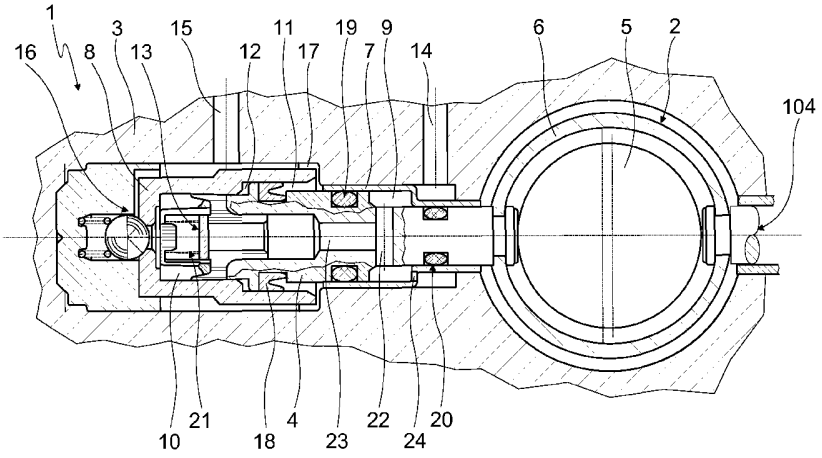
(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PISTON PUMP PROVIDED WITH AT LEAST ONE STEP PISTON ELEMENT

(54) Bezeichnung: KOLBENPUMPE MIT WENIGSTENS EINEM STUFENKOLBENELEMENT



(57) **Abstract:** The invention relates to a piston pump (1) comprising at least one step piston element (4) which can be actuated by means of a drive device (2) and which is arranged in a housing (3) such that it can be moved in a longitudinal manner. Said step piston element (4) and the housing (3) define several pressure chambers (9 - 12) and the volumes thereof vary according to the displacement of the step piston element (4). One volume of the first pressure chamber (9) is reduced during a suction stroke of the step piston element (4), which increases the volume of the second pressure chamber (10). Also, the volume of the first pressure chamber (9) is reduced during a compression stroke of the step piston element (4), which increases the pressure of the second pressure chamber (10). According to the invention, one volume of a third pressure chamber (11) which is connected to the conveyor side (15) and which is defined by the step piston element (4) and the housing (3), is increased during the compression stroke of the step piston element (4) to a defined volume value and is reduced during the suction stroke of the step piston element (4) to the defined volume value. The defined volume value is smaller than the volume alteration of the second pressure chamber (10) during the compression stroke of the step piston element (4).

(57) **Zusammenfassung:** Es wird eine Kolbenpumpe (1) mit wenigstens einem über eine Antriebseinrichtung (2) antreibbaren und in einem Gehäuse (3) längsbeweglich angeordneten Stufenkolbenelement (4) beschrieben. Das Stufenkolbenelement (4) und das Gehäuse (3) begrenzen mehrere Druckräume (9 bis

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/066994 A1

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, 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, 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.

12), deren Volumina in Abhängigkeit einer Bewegung eines Stufenkolbenelements (4) variieren. Ein Volumen des ersten Druckraums (9) wird während eines das Volumen des zweiten Druckraums (10) vergrößernden Saughubs des Stufenkolbenelements (4) verkleinert. Des Weiteren wird das Volumen des ersten Druckraums (9) während eines das Volumen des zweiten Druckraums (10) vergrößernden Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements (4) verkleinert. Erfindungsgemäß wird ein Volumen eines mit der Förderseite (15) verbundenen und von dem Stufenkolbenelement (4) und dem Gehäuse (3) begrenzten dritten Druckraums (11) während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements (4) um einen definierten Volumenwert vergrößert und während dem Saughub des Stufenkolbenelements (4) um den definierten Volumenwert verkleinert, wobei der definierte Volumenwert betragsmäßig kleiner ist als die Volumenänderung des zweiten Druckraums (10) während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements (4).

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Kolbenpumpe mit wenigstens einem Stufenkolbenelement

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Kolbenpumpe mit wenigstens einem über eine Exzentereinrichtung antreibbaren und in einem Gehäuse längsbeweglich angeordneten Stufenkolbenelement gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

Aus der DE 199 28 913 A1 ist eine Kolbenpumpe mit einem eine Pumpenbohrung aufweisenden Pumpengehäuse sowie mit einem in der Pumpenbohrung angeordneten und in axialer Richtung antreibbaren Kolben bekannt. Der Kolben ist als Stufenkolben ausgeführt und begrenzt gemeinsam mit dem Pumpengehäuse Druckräume, die über eine Einlassventileinrichtung zum Führen von Fluid aus einem mit einem Ansaugbereich verbundenen ersten Druckraum in einen zweiten Druckraum verbindbar sind und

deren Volumina in Abhängigkeit einer Bewegung des Kolbenelements variieren. Ein Volumen des ersten Druckraums wird während eines das Volumen des zweiten Druckraums vergrößernden Saughubs des Kolbens verkleinert, während das Volumen des ersten Druckraums während eines das Volumen des zweiten Druckraums verkleinernden Verdichtungshubs des Kolbens vergrößert wird. Der zweite Druckraum ist während des Verdichtungshubs über eine Auslassventileinrichtung mit einer Förderseite verbunden und durch die Einlassventileinrichtung von dem Ansaugbereich bzw. der Saugseite der Kolbenpumpe getrennt.

Die saugseitige gestufte Ausbildung des Kolbens bewirkt, dass der Volumenstrom in der Saugleitung auf die Bewegung des Kolbens im Verdichtungshub bzw. während des Druckhubs und während des Saughubs aufgeteilt werden, wodurch die Reibungsverluste der Flüssigkeit im Ausgangsbereich der Kolbenpumpe verringert werden und ein besseres Saugverhalten der Kolbenpumpe erreicht wird.

Nachteilig dabei ist jedoch, dass von der Kolbenpumpe lediglich während des Druckhubs bzw. des Verdichtungshubs des Kolbens verdichtetes Fluid aus dem zweiten Druckraum zur Förderseite der Kolbenpumpe gefördert wird, was aufgrund der ungleichmäßigen Druckpulsation zu einer unerwünschten Geräuschentwicklung führt.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kolbenpumpe ist mit wenigstens einem über eine Antriebseinrichtung antreibbaren und in einem Gehäuse längsbeweglich angeordneten Stufenkolbenelement ausgeführt. Das Stufenkolbenelement ist mit der Antriebseinrichtung derart wirkverbunden, dass über die Wirkverbindung sowohl Zug- als auch Druckkräfte übertragbar sind. Des Weiteren ist die Kolbenpumpe mit zwei jeweils von dem Stufenkolbenelement und dem Gehäuse begrenzten Druckräumen ausgebildet, die über eine Einlassventileinrichtung zum Führen von Fluid aus einem mit einem Ansaugbereich verbundenen ersten Druckraum in einen zweiten Druckraum verbindbar sind. Zusätzlich variieren die Volumina der beiden Druckräume in Abhängigkeit einer Bewegung des Kolbenelements, wobei ein Volumen des ersten Druckraums während eines das Volumen des zweiten Druckraums vergrößernden Saughubs des Stufenkolbenelements verkleinert wird und das Volumen des ersten Druckraums während eines das Volumen des zweiten Druckraums vergrößernden Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements verkleinert wird. Der zweite Druckraum ist über eine Auslassventileinrichtung mit einer Förderseite der Kolbenpumpe verbindbar.

Zusätzlich wird ein Volumen eines mit der Förderseite verbundenen wenigstens von dem Stufenkolbenelement und dem Gehäuse begrenzten dritten Druckraums während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements um einen definierten Volumenwert vergrößert und wird während des Saughubs des Stufenkolbenelements um den definierten Volumenwert verkleinert, wobei der definierte Volumenwert betragsmäßig kleiner ist als die Volu-

menveränderung des zweiten Druckraums während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements.

Dies führt erfindungsgemäß zu einer Verteilung des von der Kolbenpumpe zur Förderseite der Kolbenpumpe geförderten Fluidvolumenstroms auf die Saughubphase und die Verdichtungshubphase des Stufenkolbenelements. Die förderseitige Verteilung des Fluidvolumenstroms bewirkt eine Reduzierung der Reibungsverluste der Flüssigkeit in den förderseitigen Leitungen der Kolbenpumpe, wodurch ein besseres Förderverhalten der Kolbenpumpe mit im Vergleich zu herkömmlichen Kolbenpumpe geringeren Betriebsgeräuschen erzielt wird.

Grundsätzlich ist mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Kolbenpumpe auf der Förderseite der Kolbenpumpe ein über einen Betriebszyklus der Kolbenpumpe vergleichmäßigter Volumenstrom und damit einhergehenden geringen Betriebsgeräuschen darstellbar, womit eine Verwendung der Kolbenpumpe nach der Erfindung in einem Bremssystem eines Fahrzeugs, wie einem ESP-System, einem EHB-System oder dgl., vorteilhafterweise zu einer Verbesserung des Fahrkomforts führt.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

In der Zeichnung ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgebildeten Kolbenpumpe schematisch vereinfacht dargestellt, welches in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert wird.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt eine Kolbenpumpe nach der Erfindung in einer schematisierten Längsschnittansicht.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In der Figur ist eine Kolbenpumpe 1 mit einem über eine Antriebseinrichtung 2 antreibbaren und in einem Gehäuse 3 längsbeweglich angeordneten Stufenkolbenelement 4 in einem Teillängsschnitt dargestellt. Die Antriebseinrichtung 2 ist vorliegend als eine Exzentereinrichtung ausgeführt, so dass das Stufenkolbenelement 4 in Abhängigkeit einer Drehbewegung einer vorzugsweise von einem nicht näher dargestellten Elektromotor angetriebenen Exzenterwelle 5 zwischen zwei Endstellungen, d.h. einem oberen Totpunkt und einem unteren Totpunkt, in axialer Richtung verstellt wird.

Mit seinem der Antriebseinrichtung 2 zugewandten Ende ist das Stufenkolbenelement 4 mit einem Exzenterring 6 verbunden, so dass das Stufenkolbenelement 4 mit der Antriebseinrichtung 2 derart wirkverbunden ist, dass über die Wirkverbindung sowohl Zug- als auch Druckkräfte übertragbar sind. Der Bereich des Stufenkolbenelements 4, der den Exzenterring 6 durchgreift, ist sowohl gegenüber dem Bereich des Stufenkolbenelements 4,

der auf der der Exzenterwelle 5 abgewandten Seite des Exzenterrings 6 angeordnet ist, als auch gegenüber dem Bereich des Stufenkolbenelements 4, der auf der der Exzenterwelle 5 zugewandten Seite des Exzenterrings 6 angeordnet ist, mit einem reduzierten Außendurchmesser ausgeführt. Die Wirkverbindung ist somit zwischen dem Stufenkolbenelement 4 und dem Exzenterring 6 formschlüssig hergestellt.

In Bezug auf das Stufenkolbenelement 4 ist auf der gegenüberliegenden Seite der Exzenterwelle 5 ein weiteres Stufenkolbenelement 104, das in der selben Art und Weise wie das Stufenkolbenelement 4 mit der Antriebseinrichtung 2 verbunden ist und um 180° phasenversetzt zu dem Kolbenelement 4 von der Antriebseinrichtung 2 angesteuert wird, einer weiteren Kolbenpumpe angeordnet, die prinzipiell den selben Aufbau aufweist wie die Kolbenpumpe 1 und zur bedarfsweisen Versorgung eines weiteren Druckkreises eines Fahrzeugbremssystems vorgesehen ist.

Darüber hinaus begrenzen das Gehäuse 3 und das Stufenkolbenelement 4 gemeinsam mit einer gehäusefesten Führungshülse 7 und einem gehäuseseitig festgelegten Einsatzelement 8 mehrere Druckräume 9 bis 12. Dabei ist ein mit einem Ansaugbereich 14 der Kolbenpumpe 1 in Wirkverbindung stehender erster Druckraum 9 über eine Einsatzventileinrichtung 13 mit einem zweiten Druckraum 10 verbindbar, um das aus dem Ansaugbereich 14 der Kolbenpumpe angesaugte Hydraulikfluid einer Förderseite 15 der Kolbenpumpe 1, beispielsweise einem Druckkreis eines Fahrzeugbremssystems, zuzuführen.

Die Volumina der Druckräume 9 bis 12 variieren jeweils in Abhängigkeit der Bewegung des Stufenkolbenelements 4, wobei ein Volumen des ersten Druckraums 9 während eines das Volumen des zweiten Druckraums 10 vergrößernden Saughubs des Stufenkolbenelements 4 verkleinert wird und während eines das Volumen des zweiten Druckraums vergrößernden Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements 4 verkleinert wird.

Um den für die Funktionsweise der Kolbenpumpe erforderlichen Druckaufbau im zweiten Druckraum 10 zu ermöglichen, ist die Einlassventileinrichtung 13 während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements 4 geschlossen. Ab Erreichen eines vordefinierten Druckwerts in dem zweiten Druckraum 10 wird eine den zweiten Druckraum 10 in geschlossenem Zustand von der Förderseite 15 der Kolbenpumpe 1 trennende Auslassventileinrichtung 16 geöffnet und das während des Verdichtungshubs des Kolbenelements 4 ausgehend von seinem unteren Totpunkt in Richtung seines oberen Totpunkts verdichtete Fluid wird aus dem zweiten Druckraum 10 in Richtung der Förderseite 15 der Kolbenpumpe 1 gefördert.

Des Weiteren wird ein dritter Druckraum 11 von dem Stufenkolbenelement 4, dem Einsatzelement 8 und dem Gehäuse 3 begrenzt, der über Schlitze 17 der Führungshülse 7 mit der Förderseite 15 permanent verbunden ist.

Zusätzlich ist zwischen dem Einsatzelement 8 und dem Stufenkolbenelement 4 ein vierter Druckraum 12 vorgesehen, der mit-

tels einer so genannten Überströmmanschette 18 gegenüber dem dritten Druckraum 11 abgedichtet ist. Der dritte Druckraum 11 ist wiederum gegenüber dem ersten Druckraum 9 im Bereich zwischen der Führungshülse 7 und dem Stufenkolbenelement 4 über eine Dichteinrichtung 19 und zwischen dem Gehäuse 3 und der Führungshülse 7 über eine abdichtende partielle Presspassung zwischen der Führungshülse 7 und dem Gehäuse 3 abgedichtet. Zudem ist der erste Druckraum 9 sowie der Ansaugbereich 14 der Kolbenpumpe 1 gegenüber der Antriebseinrichtung 2 über eine zwischen dem Stufenkolbenelement 4 und der Führungshülse 7 angeordnete Dichtungseinrichtung 20 und eine Presspassung zwischen der Führungshülse 7 und dem Gehäuse 3 abgedichtet.

Die vorteilhafte Funktionsweise der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Kolbenpumpe 1 wird anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert:

Wird das Stufenkolbenelement 4 ausgehend von seinem unteren Totpunkt, in dem der erste Druckraum 9, der vorliegend als ein von der Führungshülse 7 und dem Stufenkolbenelement 4 begrenzter Ringraum ausgeführt ist, sein minimalstes Volumen aufweist, in Richtung seines oberen Totpunkts bewegt, in dem der erste Druckraum 9 sein maximales Volumen aufweist, wird das Volumen des zweiten Druckraums 10 zunehmend verkleinert. Dabei steigt der Druck im zweiten Druckraum 10 an. Während dieser Phase ist die Einlassventileinrichtung 13 aufgrund der Federkraft einer Federeinrichtung 21 und des positiven Druckgefälles zwischen dem zweiten Druckraum 10 und dem ersten Druckraum 9, die bei geöffneter Einlassventileinrichtung 13

über eine Querbohrung 22 und eine Längsbohrung 23 des Stufenkolbenelements 4 verbunden sind, geschlossen.

Das bedeutet, dass während eines Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements 4 das Volumen des zweiten Druckraums 10 verkleinert wird und das Volumen des ersten Druckraums 9, der über wenigstens eine Bohrung 24 der Führungshülse 7 mit dem Ansaugbereich 14 der Kolbenpumpe 1 verbunden ist, vergrößert wird. Dabei sind die Flächenverhältnisse der Kolbenstufen des Stufenkolbenelements 4 derart dimensioniert, dass die Volumenänderung des ersten Druckraums 9 in etwa der Hälfte der Volumenänderung des zweiten Druckraums 10 während eines Verdichtungshubs oder eines Saughubs des Stufenkolbenelements 4 entspricht.

Dadurch wird erreicht, dass sowohl während eines Verdichtungshubs als auch während eines Saughubs des Stufenkolbenelements 4 das halbe Hubvolumen der Kolbenpumpe 1 von der Saugseite in Richtung des zweiten Druckraums 10 geführt wird. Während des Saughubs des Stufenkolbenelements 4 wird die andere Hälfte des in Richtung des zweiten Druckraums 10 zu führenden Hubvolumens aus dem ersten Druckraum 9 verwendet, um den zweiten Druckraum 10 vollständig zu befüllen.

Gleichzeitig variiert das Volumen des mit der Förderseite 15 der Kolbenpumpe 1 verbundenen dritten Druckraums 11 während des Verdichtungshubs oder des Saughubs des Stufenkolbenelements 4 in etwa um die Hälfte des Hubvolumens der Kolbenpumpe 1 bzw. der Volumenänderung des zweiten Druckraums 10. Dabei

wird das Volumen des dritten Druckraums 11 während des Verdichtungshubs des Kolbenelements 4 um die Hälfte des Hubvolumens des zweiten Druckraums 10 vergrößert und während eines Saughubs des Stufenkolbenelements 4 um das halbe Hubvolumen des zweiten Druckraums 10 verkleinert.

Dies hat zur Folge, dass während des Saughubs des Stufenkolbenelements 4, während dem die Auslassventileinrichtung 16 geschlossen ist, aus dem zweiten Druckraum 10 kein Fluid in Richtung der Förderseite 15 der Kolbenpumpe 1 geführt wird und das Volumen des dritten Druckraums 11 verkleinert wird, trotzdem eine Förderung von Hydraulikfluid zu mit der Förderseite 15 der Kolbenpumpe 1 verbundenen Verbrauchern stattfindet.

Zusätzlich wird durch die Anordnung des dritten Druckraums 11 bewirkt, dass während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements 4, bei dem das komplette Hubvolumen des zweiten Druckraums 10 über die geöffnete Auslassventileinrichtung 16 in Richtung der Förderseite 15 geführt wird, lediglich das halbe Hubvolumen des zweiten Druckraums 10 zu den mit der Förderseite 15 verbundenen Verbrauchern gepumpt wird. Dies resultiert aus der Tatsache, dass die andere Hälfte des geförderten Hubvolumens des zweiten Druckraums 10 in dem am Ende des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements 4 um das halbe Hubvolumen des zweiten Druckraums 10 vergrößerten dritten Druckraum 11 aufgenommen ist und für die vorbeschriebene kolbenpumpenförderseitige Förderung von Hydraulikfluid wäh-

rend des Saughubs des Kolbenelements 4 zwischengespeichert wird.

Im vierten Druckraum 12 baut sich im Betrieb der Kolbenpumpe 1 in Abhängigkeit der Bewegung des Stufenkolbenelements 4 jeweils ein Unterdruck bzw. ein geringer Überdruck auf. Wird der vierte Druckraum 12 während des Betriebs der Kolbenpumpe über die Dichtungsleckage ausgehend vom zweiten Druckraum 10 mit Fluid - beim Einsatz der Kolbenpumpe in einem Bremssystem mit Bremsflüssigkeit - befüllt, wird das evtl. überschüssige Volumen im vierten Druckraum 12 über die Überströmmanschette 18 in Richtung des dritten Druckraums 11 abgebaut.

Ansprüche

1. Kolbenpumpe (1) mit wenigstens einem über eine Antriebseinrichtung (2) antreibbaren und in einem Gehäuse (3) längsbeweglich angeordneten Stufenkolbenelement (4), das mit der Antriebseinrichtung (2) derart wirkverbunden ist, dass über die Wirkverbindung sowohl Zug- als auch Druckkräfte übertragbar sind, und mit jeweils wenigstens zwei Druckräumen (9, 10), die über eine Einlassventileinrichtung (13) zum Führen von Fluid aus dem mit einem Ansaugbereich (14) verbundenen ersten Druckraum (9) in den zweiten Druckraum (10) verbindbar sind und deren Volumina in Abhängigkeit einer Bewegung des Stufenkolbenelements (4) variieren, wobei ein Volumen des ersten Druckraums (9) während eines das Volumen des zweiten Druckraums (10) vergrößernden Saughubs des Stufenkolbenelements (4) verkleinert wird und das Volumen des ersten Druckraums (9) während eines das Volumen des zweiten Druckraums (10) vergrößernden Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements

(4) verkleinert wird, und wobei der zweite Druckraum (10) über eine Auslassventileinrichtung (16) mit einer Förderseite (15) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Volumen eines mit der Förderseite (15) verbundenen und wenigstens von dem Stufenkolbenelement (4) und dem Gehäuse (3) begrenzten dritten Druckraums (11) während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements (4) um einen definierten Volumenwert vergrößert wird und während dem Saughub des Stufenkolbenelements (4) um den definierten Volumenwert verkleinert wird, wobei der definierte Volumenwert betragsmäßig kleiner ist als die Volumenveränderung des zweiten Druckraums (10) während des Verdichtungshubs des Stufenkolbenelements (4).

2. Kolbenpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Stufenkolbenelement (4) und dem Gehäuse (3) eine gestufte Führungshülse (7) vorgesehen ist, die wenigstens teilweise eine Begrenzung des ersten Druckraums (9) gegenüber dem Ansaugbereich (14) darstellt.

3. Kolbenpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Druckraum (9) über eine Bohrung (24) der Führungshülse (7) mit dem Ansaugbereich (14) in Verbindung steht.

4. Kolbenpumpe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungshülse (7) wenigstens teilweise eine Begrenzung des dritten Druckraums (11) gegenüber der Förderseite (15) darstellt.

5. Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Druckraum (11) über wenigstens einen Schlitz (17) der Führungshülse (7) mit der Förderseite (15) verbunden ist.

6. Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Druckraum (10) von einem gehäuseseitig festgelegten Einsatzelement (8) und dem Stufenkolbenelement (4) begrenzt ist.

7. Kolbenpumpe nach einem Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Druckraum (11) von dem Stufenkolbenelement (4), der Führungshülse (7) und dem Einsatzelement (8) begrenzt ist.

8. Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungshülse (7) über eine partielle, den Ansaugbereich (14) gegenüber der Förderseite (15) abdichtende Presspassung im Gehäuse (3) festgelegt ist.

9. Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass von dem Stufenkolbenelement (4) und dem Einsatzelement (8) ein vierter Druckraum (12) begrenzt ist, der durch eine Überströmmanschette (18) gegenüber dem dritten Druckraum (11) abgedichtet ist und dessen Volumen in Abhängigkeit der Bewegung des Stufenkolbenelements (4) variiert.

10. Kolbenpumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Überströmmanschette (18) mit einer derartigen Dichtfunktion ausgebildet ist, dass ein positives Druckgefälle zwischen dem vierten Duckraum (12) und dem dritten Druckraum (11) über die Überströmmanschette (18) in Richtung des dritten Druckraums (11) abbaubar ist.

11. Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der definierte Volumenwert, um den das Volumen des dritten Druckraums (11) in Abhängigkeit der Bewegung des Stufenkolbenelements (4) variiert, wenigstens annähernd der Hälfte des Betrags der Volumenänderung des zweiten Druckraums (10) entspricht.

12. Kolbenpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächenverhältnisse der wirksamen Stirnflächen des Stufenkolbenelements (4) derart vorgesehen sind, dass sich das in Abhängigkeit der Bewegung des Stufenkolbenelements (4) einstellende Volumen des ersten Druckraums (9) jeweils wenigstens annähernd um die Hälfte des Betrags der Volumenänderung des zweiten Druckraums (10) verändert.

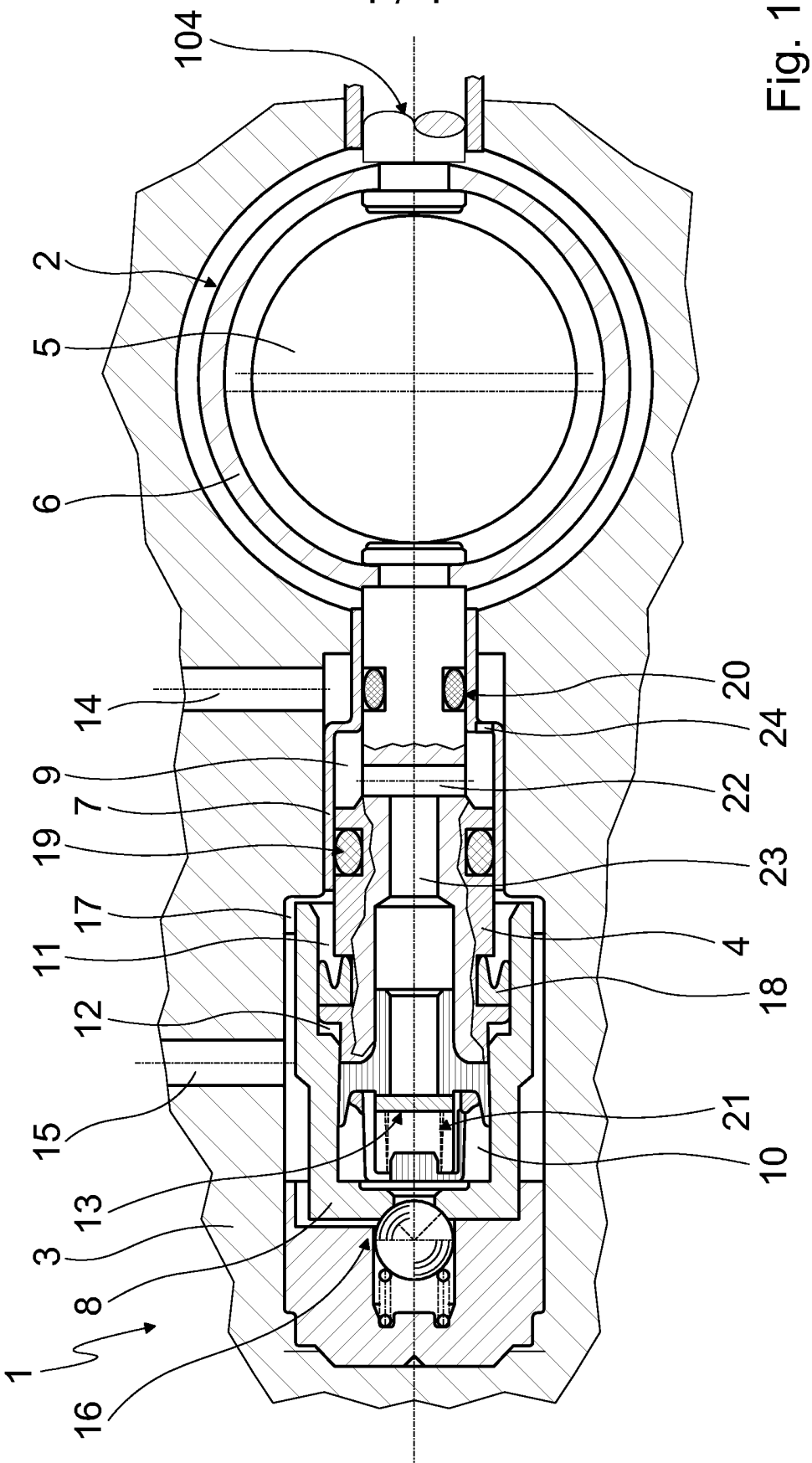


Fig. 1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/055667

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
F04B1/053 F04B5/02 F04B11/00 F04B1/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04B

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 079 961 A (SCHULLER ET AL) 27. Juni 2000 (2000-06-27) Zusammenfassung; Abbildung Spalte 3, Zeile 6 - Spalte 4, Zeile 14	1-12
A	DE 102 29 201 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 16. Januar 2003 (2003-01-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 5, Zeile 44	1-12
A	US 2004/234400 A1 (SCHEPP RENE ET AL) 25. November 2004 (2004-11-25) Zusammenfassung; Abbildung 1	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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Januar 2006	11/01/2006

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	Pinna, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/055667

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6079961 A	27-06-2000	WO 9906696 A1	11-02-1999
		EP 0932761 A1	04-08-1999
		JP 2001501275 T	30-01-2001
DE 10229201 A1	16-01-2003	WO 03004872 A1	16-01-2003
		EP 1404970 A1	07-04-2004
		JP 2004532957 T	28-10-2004
		US 2004234400 A1	25-11-2004
US 2004234400 A1	25-11-2004	WO 03004872 A1	16-01-2003
		DE 10229201 A1	16-01-2003
		EP 1404970 A1	07-04-2004
		JP 2004532957 T	28-10-2004

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/055667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F04B1/053 F04B5/02 F04B11/00 F04B1/04

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)
F04B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 079 961 A (SCHULLER ET AL) 27 June 2000 (2000-06-27) abstract; figure column 3, line 6 - column 4, line 14	1-12
A	DE 102 29 201 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 16 January 2003 (2003-01-16) cited in the application abstract; figure column 3, line 38 - column 5, line 44	1-12
A	US 2004/234400 A1 (SCHEPP RENE ET AL) 25 November 2004 (2004-11-25) abstract; figure 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ 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
2 January 2006	11/01/2006

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	Pinna, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/055667

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6079961 A	27-06-2000	WO 9906696 A1	11-02-1999
		EP 0932761 A1	04-08-1999
		JP 2001501275 T	30-01-2001
DE 10229201 A1	16-01-2003	WO 03004872 A1	16-01-2003
		EP 1404970 A1	07-04-2004
		JP 2004532957 T	28-10-2004
		US 2004234400 A1	25-11-2004
US 2004234400 A1	25-11-2004	WO 03004872 A1	16-01-2003
		DE 10229201 A1	16-01-2003
		EP 1404970 A1	07-04-2004
		JP 2004532957 T	28-10-2004