(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
20. Februar 2014 (20.02.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/026788 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*F04B 1/32* (2006.01) *F16K 31/06* (2006.01)
*F01B 3/10* (2006.01) *F04B 49/00* (2006.01)
*H01F 7/16* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/063016

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juni 2013 (21.06.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102012214619.9 17. August 2012 (17.08.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **SCHNITTGER, Dirk**; Baederwiesen 18/1, 71640 Ludwigsburg (DE). **VAHLE, Dirk**; Thomastr. 7, 71735 Eberdingen (DE). **NAFZ, Timo**; Am Suedhang 21, 72160 Horb (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, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

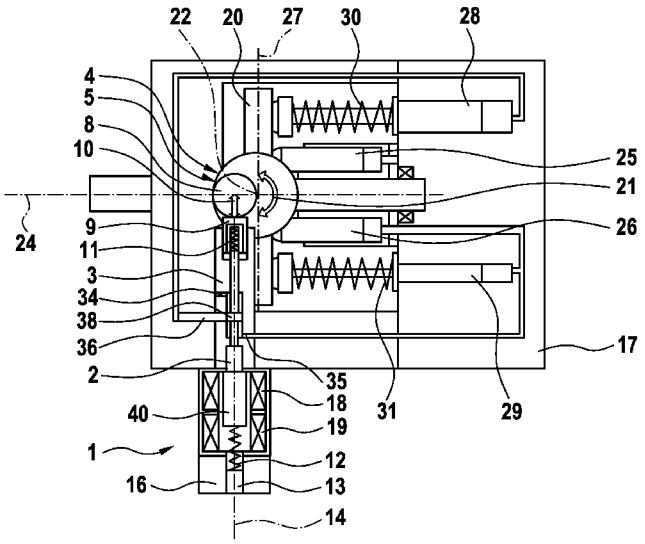
**Veröffentlicht**:

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

(54) **Title**: ACTUATOR DEVICE AND AXIAL PISTON MACHINE

(54) **Bezeichnung** : AKTOREINRICHTUNG UND AXIALKOLBENMASCHINE

**Fig. 1**




(57) **Abstract**: The invention relates to an actuator device comprising at least one actuator piston (2), with which two springs (11,12) are associated, said device being coupled to an adjustment device. The adjustment device is designed as a pivoting adjustment device (4) with a centering system. An axial piston machine comprising a swashplate is also disclosed. The swashplate can be adjusted by means of a control valve comprising an actuator device of this type.

(57) **Zusammenfassung**: Eine Aktoreinrichtung mit mindestens einem Aktorkolben (2), dem zwei Federn (11,12) zugeordnet sind, ist mit einer Versteileinrichtung gekoppelt.

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

WO 2014/026788 A1

Die Versteileinrichtung ist als Schwenkverstelleinrichtung (4) mit Mittenzentrierung ausgeführt. Weiterhin ist eine Axialkolbenmaschine mit Schwenkwiege offenbart. Die Schwenkwiege ist über ein Regelventil verstellbar, welches eine solche Aktoreinrichtung umfasst.

Beschreibung

Titel

Aktoreinrichtung und Axialkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine Aktoreinrichtung mit mindestens einem Aktorkolben, dem zwei Federn zugeordnet sind und der mit einer Verstelleinrichtung gekoppelt ist. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Axialkolbenmaschine mit mindestens einem Arbeitskolben und einem Stellkolben, die mit einer Schwenkwiege zusammenwirken, die über ein Regelventil verstellbar ist, dass eine vorab beschriebene Aktoreinrichtung umfasst.

Stand der Technik

Aus den europäischen Patentschriften EP 1 217 209 B1 und EP 1 219 831 B1 sind Verstellvorrichtungen zum Verstellen eines auf das Verdrängungsvolumen einer hydrostatischen Maschine einwirkenden Stellkolbens bekannt. Der Stellkolben ist aus einer durch die Kraft zumindest einer Rückstellfeder vorgegebenen Neutralstellung zwischen zwei Endlagen bewegbar. Zur Regelung von Stelldrücken in Stelldruckkammern ist ein Steuerventil mit einem Steuerkolben vorgesehen. Die Auslenkung des Stellkolbens ist über einen starr mit dem Stellkolben verbundenen Rückführhebel als lineare Bewegung auf eine Federhülse übertragbar, die über eine Steuerfeder in Wirkverbindung steht. Der Steuerkolben besteht in axialer Richtung aus einem ersten Steuerkolbenteil und einem zweiten Steuerkolbenteil, die durch einen Steuerkolbenstößel miteinander verbunden sind. Der erste und der zweite Steuerkolbenteil sind an den voneinander abgewandten Enden durch jeweils zumindest eine Zentrierfeder und/oder Einstellfeder mit einer aufeinander zugerichteten Kraft beaufschlagbar. Zwischen zwei Federsitzkörpern ist eine Steuerfeder gespannt. Die Vorspannung zumindest einer Zentrierfeder und/oder Einstellfeder ist zum Erzeugen in Neutralstellung des Steuerventils ausgeglichener Federkräfte einstellbar.

Offenbarung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Aktoreinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere im Hinblick auf den benötigten Bauraum und/oder die Funktionalität, vorzugsweise in Kombination mit einer Axialkolbenmaschine, weiter zu verbessern.

Die oben angegebene Aufgabe ist bei einer Aktoreinrichtung mit mindestens einem Aktorkolben, dem zwei Federn zugeordnet sind und der mit einer Verstelleinrichtung gekoppelt ist, dadurch gelöst, dass die Verstelleinrichtung als Schwenkverstelleinrichtung mit Mittenzentrierung ausgeführt ist. Bei der Aktoreinrichtung handelt es sich zum Beispiel um ein Stellglied in einer steuer- und regelungstechnischen Anwendung. Die Aktoreinrichtung kann aber auch einen Effektor umfassen, der in der Robotik eingesetzt wird. Die Aktoreinrichtung kann dabei sowohl als Betätigungseinrichtung als auch als Antriebseinrichtung, zum Beispiel in einer mechatronischen Anwendung, ausgeführt sein. Die Aktoreinrichtung kann zum Beispiel zum Antrieb einer Fluidmaschine, insbesondere einer Fluidpumpe, verwendet werden. Besonders vorteilhaft ist die Aktoreinrichtung einer Axialkolbenmaschine mit einer Schwenkwiege zugeordnet, die von der Schwenkverstelleinrichtung dargestellt wird. Durch die Mittenzentrierung kann die Verstelleinrichtung in einem unbestromten Zustand der Aktoreinrichtung auf einfache Art und Weise in einer Mittelstellung oder Neutralstellung gehalten werden. In der Mittelstellung oder Neutralstellung führen Arbeitskolben der Axialkolbenmaschine keinen Hub aus. Die Aktoreinrichtung umfasst vorzugsweise zwei Elektromagnete oder elektromagnetische Spulen, mit denen der Aktorkolben in entgegengesetzte Richtungen gezogen werden kann. Dabei ist ein Ende des Aktorkolbens vorzugsweise mit einem Anker gekoppelt, der mit den Elektromagneten zusammenwirkt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Aktoreinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schwenkverstelleinrichtung eine mechanische Kopplungseinrichtung umfasst, über die ein Schwenkwinkel der Schwenkverstelleinrichtung auf den Aktorkolben rückgeführt wird. Das liefert den Vorteil, dass eine Sensoreinrichtung zum Erfassen des Schwenkwinkels der Schwenkverstelleinrichtung entfallen kann.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Aktoreinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Kopplungseinrichtung einen Exzenter, einen Nocken, oder eine Kurvenscheibe umfasst. Über den Exzenter, den Nocken oder die Kurvenscheibe kann der Schwenkwinkel der Schwenkverstelleinrichtung auf einfache Art und Weise auf den Aktorkolben übertragen beziehungsweise rückgeführt werden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Aktoreinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Kopplungseinrichtung mindestens einen Kopplungskolben umfasst. Der Kopplungskolben dient vorzugsweise dazu, den Schwenkwinkel der Schwenkwiege über den Exzenter, den Nocken oder die Kurvenscheibe auf den Aktorkolben zu übertragen. Der Kopplungskolben ist vorzugsweise in der gleichen Richtung wie der Aktorkolben translatorisch hin und her bewegbar.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Aktoreinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Kopplungseinrichtung eine Kopplungsfeder umfasst, die zwischen dem Kopplungskolben und dem Aktorkolben angeordnet ist. Durch die zwischengeschaltete Kopplungsfeder wird erreicht, dass der Schwenkwinkel nicht direkt von dem Kopplungskolben auf den Aktorkolben übertragen wird.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Aktoreinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Aktorkolben zwischen der Kopplungsfeder und einer Aktorfeder angeordnet ist. Dabei sind die Aktorfeder und die Kopplungsfeder vorzugsweise so ausgelegt, dass mit dem Erreichen der Mittelstellung oder Neutralstellung der Schwenkverstelleinrichtung auch der Aktorkolben seine Mittelstellung erreicht. In der Mittelstellung des Aktorkolbens wird eine Verbindung zu dem Stellkolben der Schwenkverstelleinrichtung vorzugsweise unterbrochen.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Aktoreinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Aktorkolben radial oder axial zu einer Triebwerksdrehachse angeordnet ist, die senkrecht zu einer Schwenkachse der Schwenkverstelleinrichtung angeordnet ist. Durch die radiale Anordnung des Aktorkolbens kann der Bauraum in axialer Richtung erheblich reduziert werden. Bei einer Aus-

führung mit zwei 2/2-Wegeventilen sind zwei Aktorkolben vorzugsweise diametral angeordnet.

Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Axialkolbenmaschine mit mindestens einem Arbeitskolben und einem Stellkolben, die mit einer Schwenkwiege zusammenwirken, die über ein Regelventil verstellbar ist, dass eine vorab beschriebene Aktoreinrichtung umfasst. Dabei stellt die Schwenkverstelleinrichtung eine Schwenkwiege der Axialkolbenmaschine dar. Der Schwenkwiege ist zusätzlich zu dem Stellkolben vorzugsweise ein Gegenkolben zugeordnet, der permanent gegen die Schwenkwiege drückt, um ein unerwünschtes Spiel auszugleichen. Bei einem Verstellen der Schwenkwiege wird der Gegenkolben durch den Stellkolben überdrückt. Der Stellkolben kann mit Hilfe des Regelventils mit einem Hochdruckniveau oder mit einem Niederdruckniveau der Axialkolbenmaschine verbunden werden.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Axialkolbenmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass das Regelventil zwei elektromagnetische Spulen oder Elektromagnete umfasst, die Bewegungen des Aktorkolbens in entgegengesetzte Richtungen ermöglichen. Wenn eine erste elektromagnetische Spule bestromt wird, dann wird der Aktorkolben in eine erste Richtung gezogen. Wenn eine zweite elektromagnetische Spule bestromt wird, dann wird der Aktorkolben in eine zweite Richtung gezogen, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Axialkolbenmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass das Regelventil als 3/3-Wegeventil ausgeführt ist, oder zwei 2/2-Wegeventile umfasst. Das Regelventil ist vorzugsweise als Proportionalventil ausgeführt. Bei der Ausführung mit zwei 2/2-Wegeventilen umfasst jedes Regelventil einen Aktorkolben.

Die Axialkolbenmaschine ist vorzugsweise in einem mobilen Hydraulikantrieb zusätzlich zu einer primären Antriebseinheit, zum Beispiel einer Brennkraftmaschine, angeordnet. Der mobile Hydraulikantrieb ist vorzugsweise in einem Hydraulikhybridantriebsstrang eines Hybridfahrzeugs angeordnet. Bei dem Hybridfahrzeug handelt es sich vorzugsweise um einen Personenkraftwagen oder um ein Nutzfahrzeug.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung verschiedene Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Es zeigen:

Figur 1 eine vereinfachte Darstellung einer Axialkolbenmaschine mit einer erfindungsgemäßen Aktoreinrichtung und einer Schwenkverstelleinrichtung in einer Mittelstellung;

Figur 2 die Axialkolbenmaschine aus Figur 1 mit einer entgegen dem Uhrzeigersinn ausgeschwenkten Schwenkwiege;

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung der Aktoreinrichtung aus Figur 1;

Figur 4 ein kartesisches Koordinatendiagramm mit einer Federkennlinie zu der Aktoreinrichtung aus Figur 3, wobei sich ein Kopplungskolben in einer Grundstellung befindet;

Figur 5 einen Hydraulikschaltplan zu einer ähnlichen Axialkolbenmaschine, wie sie in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist und

Figur 6 eine ähnliche Darstellung wie in Figur 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel mit zwei 2/2-Wegeventilen zur Schwenkwiegenverstellung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In den Figuren 1 bis 3 ist eine erfindungsgemäße Aktoreinrichtung 1 in Kombination mit einer Axialkolbenmaschine in verschiedenen Zuständen und Ansichten dargestellt. Die Aktoreinrichtung 1 stellt im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Regelventil der Axialkolbenmaschine dar. Zu diesem Zweck umfasst die Aktoreinrichtung 1 einen Aktorkolben 2, der in einem Führungskörper 3 hin und her bewegbar geführt ist.

Die Axialkolbenmaschine umfasst des Weiteren eine Schwenkverstelleinrichtung 4, die mit Hilfe einer Kopplungseinrichtung 5 mechanisch mit der Aktoreinrichtung 1 gekoppelt ist. Die Kopplungseinrichtung 5 umfasst einen Exzenter 8, an dem ein in den Figuren 1 bis 3 oberes Ende eines Kopplungskolbens 9 anliegt. Der Kopplungskolben 9 ist, wie durch einen Doppelpfeil 10 angedeutet ist, in Längsrichtung von unten nach oben in Richtung einer Aktorachse 14 translatorisch hin und her bewegbar.

Der Aktorkolben 2 ist in Längsrichtung, das heißt in Richtung der Aktorachse 14, zwischen einer Kopplungsfeder 11 und einer Aktorfeder 12 eingespannt. Die Kopplungsfeder 11 ist zwischen dem Kopplungskolben 9 und dem in den Figuren 1 bis 3 oberen Ende des Aktorkolbens 2 angeordnet. Die Aktorfeder 12 ist zwischen dem in den Figuren 1 bis 3 unteren Ende des Aktorkolbens 2 beziehungsweise einem Anker 40 und einem Einstellelement 13 angeordnet. Das Einstellelement 13 ist in ein Aktorgehäuse 16 eingeschraubt oder eingepresst.

Das Aktorgehäuse 16 ist an ein Maschinengehäuse 17 der Axialkolbenmaschine angebaut und umfasst zwei elektromagnetische Spulen 18, 19. Die elektromagnetischen Spulen 18, 19 stellen zwei Elektromagneten dar, die zur Betätigung der Aktoreinrichtung 1 bestromt werden.

Wenn die elektromagnetische Spule 18 bestromt wird, dann wird der Aktorkolben 2 in den Figuren 1 bis 3 nach oben gezogen, das heißt, auf den Exzenter 8 zu. Wenn die elektromagnetische Spule 19 bestromt wird, dann wird der Aktorkolben 2 in den Figuren 1 bis 3 nach unten gezogen, das heißt, von dem Exzenter 8 weg auf das Einstellelement 13 zu.

Die Schwenkverstelleinrichtung 4 der Axialkolbenmaschine ist als Schwenkwiege 20 ausgeführt, die, wie durch einen Doppelpfeil 21 angedeutet ist, um eine Schwenkachse 22 schwenkbar ist. Die Schwenkachse 22 ist in den Figuren 1 bis 3 senkrecht zur Zeichenebene angeordnet.

Die Arbeitskolben 25, 26 sind in einer Trommel geführt, die um eine Drehachse 24 drehbar ist. Die Trommel mit den Arbeitskolben wird auch als Triebwerk bezeichnet. Demzufolge wird die Drehachse 24 auch als Triebwerkdrehachse 24 bezeichnet. Die Triebwerkdrehachse 24 verläuft senkrecht zur Aktorachse 14.

Der Mittelpunkt des Exzenters 8 ist von einem Schnittpunkt beabstandet, in welchem sich die Schwenkachse 22 und die Triebwerkdrehachse 24 der Trommel schneiden.

Die Axialkolbenmaschine umfasst mindestens zwei, vorzugsweise mehr als zwei, Arbeitskolben 25, 26, die mit ihren in den Figuren 1 bis 3 linken Enden an der Schwenkwiege 20 anliegen. Die in den Figuren 1 bis 3 rechten Enden der Arbeitskolben 25, 26 begrenzen Arbeitsdruckräume der Axialkolbenmaschine, die mit einem Hydraulikmedium, wie Hydrauliköl, gefüllt sind. Der Aufbau und die Funktion einer Axialkolbenmaschine werden als bekannt vorausgesetzt.

Wie durch den Doppelpfeil 21 angedeutet ist, kann die Schwenkwiege 20 um begrenzte Schwenkwinkel um die Schwenkachse 22 verschwenkt werden, um den Hub der Arbeitskolben 25, 26 zu verstellen. In den Figuren 1 und 3 ist die Schwenkwiege 20 in ihrer Mittelstellung dargestellt. In der Mittelstellung ist die Schwenkwiege 20 mit einer Schwenkwiegenachse 27 senkrecht zu der Drehachse 24 der Trommel und parallel zu der Aktorachse 14 angeordnet.

In Figur 2 ist die Schwenkwiege 20 entgegen dem Uhrzeigersinn ausgeschwenkt. Das Verschwenken der Schwenkwiege 20 wird durch einen Stellkolben 28 bewirkt, der radial außerhalb der Arbeitskolben 25, 26 an der Schwenkwiege 20 angreift. Der Stellkolben 28 ist in den Figuren 1 und 2 oben angeordnet. An seinem der Schwenkwiege 20 abgewandten Ende ist der Stellkolben 28 mit einem Stelldruck beaufschlagbar, der über die als Regelventil ausgeführte Aktoreinrichtung 1 eingestellt beziehungsweise geregelt wird.

Die Schwenkwiege 20 ist in den Figuren 1 und 2 unten des Weiteren mit einem Gegenkolben 29 beaufschlagt, der mit seinem in den Figuren 1 und 2 linken Ende an der Schwenkwiege 20 anliegt. Der Gegenkolben 29 ist an seinem der Schwenkwiege 20 abgewandten Ende mit einem Hochdruck beaufschlagt, der durch die Axialkolbenmaschine erzeugt wird.

Der Stellkolben 28 und der Gegenkolben 29 sind, ebenso wie die Arbeitskolben 25, 26 parallel zur der Drehachse 24 der Axialkolbenmaschine translatorisch hin und her bewegbar. Dem Stellkolben 28 ist eine Stellfeder 30 zugeordnet. Dem Gegenkolben 29 ist eine Gegenfeder 31 zugeordnet. Durch die beiden Federn

30, 31 werden die beiden Kolben 28, 29 in Anlage an der Schwenkwiege 20 gehalten.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Axialkolbenmaschine kann besonders vorteilhaft sowohl als Axialkolbenpumpe als auch als Axialkolbenmotor arbeiten. Wenn sich die Schwenkwiege in ihrer in Figur 1 dargestellten Mittelstellung befindet, führen die Arbeitskolben 25, 26 im Betrieb der Axialkolbenmaschine keinen Hub aus. Wenn die Schwenkwiege 20, wie in Figur 2 dargestellt ist, um etwa zwanzig Grad um ihre Schwenkachse 22 ausgeschwenkt ist, dann führen die Arbeitskolben 25, 26 einen maximalen Hub aus.

An Axialkolbenmotoren wird der Schwenkwiegenwinkel als Stellgröße für die Drehzahl und das erzeugte Drehmoment an einer Abtriebswelle der Axialkolbenmaschine genutzt. An Axialkolbenpumpen hingegen wird der Schwenkwiegenwinkel als Stellgröße für das Fördervolumen und den Druck genutzt.

Bei der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Axialkolbenmaschine wird die Verstellung der Schwenkwiege 20 bei stromlosen Spulen 18, 19 anhand der Position des Exzenters 8 durchgeführt, der an der Schwenkwiege 20 angebracht ist. Der Kopplungskolben 9, der auf die Kopplungsfeder 11 wirkt, folgt einer Bewegung des Exzenters 8.

Der Weg, den der Kopplungskolben 9 beim Verschwenken der Schwenkwiege 20 von dem in Figur 1 dargestellten minimalen Schwenkwinkel bis zu dem in Figur 2 dargestellten maximalen Schwenkwinkel zurücklegt, kann durch den Exzenter 8 im Vergleich zu herkömmlichen Axialkolbenmaschinen reduziert werden. Dadurch kann die axiale Ausdehnung der Axialkolbenmaschine in Richtung der Drehachse 24 reduziert werden. Die axiale Ausdehnung der Axialkolbenmaschine in Richtung der Drehachse 24 wird auch als Axialkolbenmaschinenbaulänge bezeichnet.

Darüber hinaus ist die als Regelventil ausgeführte Aktoreinrichtung 1 radial zur Drehachse 24 der Axialkolbenmaschine angeordnet. Radial bedeutet quer zur Drehachse 24, das heißt, die Aktorachse 14 ist senkrecht zur Drehachse 24 angeordnet. Durch die radiale Anordnung der Aktoreinrichtung 1 kann die Axialkolbenmaschinenbaulänge in Richtung der Drehachse 24 weiter reduziert werden.

Die Verstellung des Schwenkwinkels erfolgt mit Hilfe des Stellkolbens 28 und des Gegenkolbens 29, die jeweils ein entgegengesetztes Moment an der Schwenkwiege 20 erzeugen. Der Stellkolben 28 kann mit Hilfe der als Regelventil ausgeführten Aktoreinrichtung 1 mit dem Hochdruckniveau oder mit einem Niederdruckniveau der Axialkolbenmaschine verbunden werden. Als Hochdruck wird der Druck bezeichnet, der mit Hilfe der Arbeitskolben 25, 26 im Betrieb der Axialkolbenmaschine erzeugt wird. Als Niederdruck wird zum Beispiel ein Tankdruck bezeichnet, der dem Umgebungsdruck entsprechen kann.

Das durch die Aktoreinrichtung 1 dargestellte Regelventil entspricht einem 3/3-Wegeventil mit einem Niederdruckanschluss oder Tankdruckanschluss 34, einem Hochdruckanschluss oder Pumpendruckanschluss 35 und einem Steuerdruckanschluss oder Arbeitsdruckanschluss 36. An dem Aktorkolben 2 ist ein Ventilkörper 38 ausgebildet. Der Ventilkörper 38 ist einstückig mit dem Aktorkolben 2 verbunden. Der Aktorkolben 2 mit dem Ventilkörper 38 ist zwischen zwei Endstellungen in Richtung der Aktorachse 14 translatorisch hin und her bewegbar. In einer in Figur 1 dargestellten Mittelstellung des Aktorkolbens 2 verschließt der Ventilkörper 38 des Aktorkolbens 2 den Steuerdruckanschluss 36.

Wenn die Spule 18 bestromt wird, dann wird der mit dem Aktorkolben 2 gekoppelte Anker 40 in den Figuren 1 bis 3 nach oben, das heißt von dem Einstellelement 13 weg auf den Exzenter 8 zu gezogen. Der Anker 40 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als separates Teil ausgeführt und wird durch die Vorspannkraft der Federn 11 und 12 in Anlage an dem Aktorkolben 2 gehalten. Der Anker 40 kann aber auch einstückig mit dem Aktorkolben 2 verbunden sein. Dabei gibt der Ventilkörper 38 eine Verbindung zwischen Druckanschluss oder Pumpenanschluss 35 und dem Steuerdruckanschluss oder Arbeitsdruckanschluss 36 des Regelventils zum Stellkolben 28 frei. Als Folge dessen wird die Schwenkwiege 20, wie man in Figur 2 sieht, gegen den Uhrzeigersinn bis in ihre Endlage verschwenkt. Die Kopplungsfeder 11 und die Aktorfeder 12 sind so ausgelegt, dass der Aktorkolben 2 bei bestromter Spule 18 seine Mittelstellung erreicht, wenn die Schwenkwiege 20 gegen den Uhrzeigersinn in ihre Schwenkwiegenendlage verschwenkt ist.

Wenn die Spule 18 stromlos ist und die Spule 19 bestromt wird, dann wird der Anker 40 in den Figuren 1 bis 3 nach unten, das heißt von dem Exzenter 8 weg

auf das Einstellelement 13 zu gezogen. Dabei gibt der Ventilkörper 38 eine Verbindung zwischen dem Niederdruckanschluss oder Tankdruckanschluss 34 und dem Steuerdruckanschluss oder Arbeitsdruckanschluss 36 zum Stellkolben 28 frei. Als Folge dessen wird die Schwenkwiege 20 im Uhrzeigersinn bis in ihre (nicht dargestellte) Endlage verschwenkt. Die Kopplungsfeder 11 und die Aktorfeder 12 sind so ausgelegt, dass der Aktorkolben 2 bei bestromter Spule 19 seine Mittelstellung erreicht, wenn die Schwenkwiege 20 im Uhrzeigersinn in ihre Schwenkwiegenendlage verschwenkt ist.

Wenn die beiden Spulen 18, 19 stromlos sind, wird die Lage des Aktorkolbens 2 von der Kopplungsfeder 11 und der Aktorfeder 12 vorgegeben. Dabei ist die Kopplungsfeder 11 an ihrem in den Figuren 1 bis 3 oben Ende über den Kopplungskolben 9 mit dem Exzenter 8 verbunden und folgt somit dessen Bewegungen, die durch den Doppelpfeil 10 angedeutet sind.

Wenn die Schwenkwiege 20, wie man in Figur 2 sieht, bei stromlosen Spulen 18, 19 gegen den Uhrzeigersinn verschwenkt ist, wird der Aktorkolben 2 von der Kopplungsfeder 11 nach unten gedrückt, und der Stellkolben 28 wird über den Arbeitsdruckanschluss 36 mit dem Niederdruckanschluss 34 verbunden. Als Folge dessen wird die Schwenkwiege 20 im Uhrzeigersinn in Richtung Mittelstellung geschwenkt, was als Mittenzentrierung der Schwenkwiege 20 bezeichnet wird.

Die Kopplungsfeder 11 und die Aktorfeder 12 sind vorteilhaft so ausgelegt, dass bei stromlosen Spulen 18, 19 mit Erreichen der Schwenkwiegenmittelstellung auch der Aktorkolben 2 seine Mittelstellung erreicht, wodurch die Verbindung zum Stellkolben 28 durch den Ventilkörper 38 geschlossen wird.

Ist die Schwenkwiege 20 bei stromlosen Spulen 18, 19 im Uhrzeigersinn ausgeschwenkt (nicht dargestellt), wird der Aktorkolben 2, der auch als Ventilkolben bezeichnet wird, von der Aktorfeder 12 von dem Einstellelement 13 weg in den Figuren 1 bis 3 nach oben gedrückt, wodurch der Stellkolben 28 mit dem Druckanschluss oder Pumpendruckanschluss 35 verbunden und mit Hochdruck beaufschlagt wird. Als Folge dessen wird die Schwenkwiege 20 entgegen dem Uhrzeigersinn verschwenkt. Dabei sind die Kopplungsfeder 11 und die Aktorfeder 12 vorteilhaft so ausgelegt, dass mit Erreichen der Schwenkwiegenmittelstellung auch der Ventilkolben oder Aktorkolben 2 seine Mittelstellung erreicht und somit

die Verbindung vom Druckanschluss oder Pumpendruckanschluss 35 zum Stellkolben 28 geschlossen wird.

Mit der in Figur 3 dargestellten Aktoreinrichtung 1 wird die Schwenkwiege 20 bei stromlosen Spulen 18, 19 hydraulisch in ihre Mittenstellung oder Mittelstellung beziehungsweise Grundstellung zurückgestellt. Wenn sich der Aktorkolben 2 in seiner Mittenstellung oder Mittelstellung befindet und die Schwenkwiege ihre Mittenstellung, Mittelstellung oder Grundstellung einnimmt, das heißt nicht angeschwenkt oder verschwenkt ist, heben sich die Stellkräfte der Kopplungsfeder 11 und der Aktorfeder 12 auf. Somit wirkt in der Mittenstellung oder Mittelstellung des Ventilkolbens oder Aktorkolbens 2 im stromlosen Zustand der Spulen 18, 19 keine Stellkraft auf den Aktorkolben 2.

Wenn der Aktorkolben 2 aus der Mittenstellung oder Mittelstellung heraus bewegt wird, dann steigt die Kraft, die auf den Aktorkolben 2 wirkt annähernd linear an. Durch das Einstellelement 13 kann die Schwenkwiegenmittelstellung von außen eingestellt werden. Neben der Mittenzentrierung der Schwenkwiege 20 bei stromlosen Spulen 18, 19 führt die Kopplung der Schwenkwiegenstellung mit der Aktoreinrichtung 1 zu einer positiven Beeinflussung der Regelcharakteristik.

Die in Figur 3 dargestellte Aktoreinrichtung 1 funktioniert wie folgt. Die Schwenkwiege 20 befindet sich in der dargestellten Grundstellung, solange die Elektromagneten beziehungsweise elektromagnetischen Spulen 18,19 nicht bestromt sind. Die Grundstellung wird auch als Nullstellung oder Nullförderstellung bezeichnet, weil in der Grundstellung keine Förderung stattfindet. Die Grundstellung kann auch geringfügig von der Nullförderstellung abweichen, das heißt, die Schwenkwiege 20 kann in ihrer Grundstellung geringfügig, zum Beispiel bis zu 10 Prozent Fördervolumen, ausgeschwenkt sein.

Der Aktorkolben 2 befindet sich in seiner Mittelstellung oder Grundstellung, wenn der Ventilkörper 38 den Steuerdruckanschluss 36 verschließt. Wenn die Spule 18 bestromt wird, dann bewegt sich der Anker 40 in Figur 3 nach oben. Dabei gibt der Ventilkörper 38 die Verbindung zwischen dem Pumpendruckanschluss 35 und dem Steuerdruckanschluss 36 frei. Dadurch wird der Stellkolben der Schwenkwiege 20 mit dem Pumpendruck beaufschlagt, so dass der Stellkolben die Schwenkwiege 20 im Gegenuhrzeigersinn verschwenkt.

Durch das Verschwenken der Schwenkwiege 20 wird der Kopplungskolben 9 in Figur 3 nach unten bewegt. Diese Bewegung des Kopplungskolbens 9 wird über die Kopplungsfeder 11 auf den Aktorkolben 2 übertragen, der sich wiederum gegen die Vorspannkraft der Aktorfeder 12 nach unten bewegt, bis der Ventilkörper 38 den Steuerdruckanschluss 36 verschließt. In diesem Zustand bilden die Federkräfte der Federn 11, 12 und die Magnetkraft ein Kräftegleichgewicht.

So kann durch ein definiertes Bestromen der Spulen 18, 19 ein Verschwenken der Schwenkwiege 20 um einen definierten Schwenkwinkel erreicht werden. Wenn die Spule 18 stromlos geschaltet wird, dann bewegt sich der Anker 4 durch die Federkräfte der Federn 11, 12 und im Zusammenspiel des Ventilkörpers 38 mit den Anschlüssen 34 bis 36 wieder in seine Ausgangsstellung zurück und die Schwenkwiege 20 nimmt wieder ihre Grundstellung ein.

In Figur 4 ist ein kartesisches Koordinatendiagramm mit einer x-Achse 41 und einer y-Achse 42 dargestellt. Auf der x-Achse 41 ist der Weg des Aktorkolbens 2 in einer geeigneten Wegeinheit aufgetragen. Auf der y-Achse 42 ist die kombinierte Federkraft der Kopplungsfeder 11 und der Aktorfeder 12 in einer geeigneten Krafteinheit aufgetragen, wobei sich der Kopplungskolben in seiner Nullstellung befindet. Durch eine Linie 44 ist eine kombinierte Federkennlinie für die Kopplungsfeder 11 und die Aktorfeder 12 aufgetragen. Durch Punkte 45, 46 sind die maximalen Verstellwege des Aktorkolbens 2 angedeutet. Der Koordinatenursprung entspricht der Mittelstellung des Aktorkolbens 2.

In Figur 5 ist eine ähnliche Axialkolbenmaschine 50, wie sie vereinfacht in den Figuren 1 bis 3 gezeigt ist, in Form eines Hydraulikschaltplans dargestellt. Die Axialkolbenmaschine 50 umfasst eine Aktoreinrichtung 51, die als Regelventil für eine Schwenkwiege 55 ausgeführt ist. Die Schwenkwiege 55 wird durch einen Stellkolben 52 gegen die Wirkung eines Gegenkolbens 53 verstellt.

Eine Schwenkbewegung der Schwenkwiege 55 wird über einen Nocken 56 auf einen Kopplungskolben 58 übertragen. Über den Kopplungskolben 58 wird die Schwenkwiegenbewegung auf die als Regelventil ausgeführte Aktoreinrichtung 51 rückgeführt.

Das Regelventil 51 ist als Proportionalventil in 3/3-Wegeventilbauweise ausgeführt. Das 3/3-Wegeventil 51 umfasst einen Pumpendruckanschluss oder Hochdruckanschluss 47, einen Tankdruckanschluss oder Niederdruckanschluss 48 und einen Arbeitsdruckanschluss oder Steuerdruckanschluss 49. Das Regelventil 51 wird über zwei symbolisch angedeutete Elektromagneten betätigt. Durch zwei ebenfalls symbolisch angedeutete Federn ist das Regelventil 51 in seine dargestellte Mittelstellung vorgespannt.

In der Mittelstellung sind der Stellkolben 52 und der Gegenkolben 53 mit Niederdruck beziehungsweise Tankdruck beaufschlagt. In der in Figur 5 linken Endstellung des Regelventils 51 wird der Stellkolben 52 über eine Verbindung zwischen dem Pumpendruckanschluss 47 und dem Arbeitsdruckanschluss 49 mit Hochdruck beaufschlagt. In einer in Figur 5 rechten Endstellung des Regelventils 51 wird der Stellkolben 52 über eine Verbindung zwischen dem Arbeitsdruckanschluss 49 und dem Tankdruckanschluss 48 in den Tankdruck oder Niederdruck entlastet.

Durch den Kopplungskolben 58 wird der Schwenkwinkel selbst rückgeführt. Über den Nocken 56 wird eine Schwenkwinkeländerung proportional in eine Hubänderung umgewandelt und auf die Rückführfeder zwischen dem Kopplungskolben 58 und dem Ventilkolben des Regelventils 51 übertragen. Der Rückführhub kann über die Geometrie des Nockens 56 verändert werden und ermöglicht damit eine beliebige Länge der Rückführfeder. Der Schwenkwinkel ist im Gegensatz zum Hub des Stellkolbens 52 oder des Gegenkolbens 53 unabhängig von der Baugröße der Axialkolbenmaschine 50, so dass die in Figur 5 dargestellte Variante ohne Änderungen für alle Axialkolbenmaschinengrößen verwendet werden kann.

In Figur 6 ist eine ähnliche Axialkolbenmaschine wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt. Zur Bezeichnung gleicher Teile werden die gleichen Bezugszeichen verwendet. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die vorangegangene Beschreibung der Figuren 1 und 2 verwiesen. Im Folgenden wird hauptsächlich auf die Unterschiede zwischen den beiden Ausführungsbeispielen eingegangen.

Bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Aktoreinrichtungen 60, 70 mit dem Exzenter 8 gekoppelt, der an der Schwenkwiege 20 angebracht ist. Durch die beiden Aktoreinrichtungen 60, 70 wird ein

Regelventil dargestellt, das zwei 2/2-Wegeventile umfasst. Die beiden symbolisch angedeuteten 2/2-Wegeventile umfassen jeweils eine Öffnungsstellung und eine Schließstellung.

Die beiden Aktoreinrichtungen 60, 70 umfassen jeweils einen Aktorkolben 62, 72 und einen Kopplungskolben 63, 73. Eine Kopplungsfeder 64, 74 ist zwischen den Aktorkolben 62, 72 und den Kopplungskolben 63, 73 angeordnet. Der Aktorkolben 62, 72 ist durch eine Aktorfeder 65, 75 beaufschlagt und wird durch einen Elektromagneten 68, 78 betätigt.

Die Aktoreinrichtung 60 umfasst ein Hochdruckanschluss oder Pumpendruckanschluss 66 und einen Arbeitsdruckanschluss oder Steuerdruckanschluss 67. Die Aktoreinrichtung 70 umfasst einen Niederdruckanschluss oder Tankdruckanschluss 76 und einen Steuerdruckanschluss oder Arbeitsdruckanschluss 77. Wenn die Aktoreinrichtung 60 durch Bestromen des Elektromagneten 68 betätigt wird, dann wird der Stellkolben 28 über eine Verbindung zwischen dem Pumpendruckanschluss 6 und dem Arbeitsdruckanschluss 67 mit Hochdruck beaufschlagt. Wenn die Aktoreinrichtung 70 durch Bestromen des Elektromagneten 78 betätigt wird, dann wird der Stellkolben 28 über eine Verbindung zwischen dem Arbeitsdruckanschluss 77 und dem Tankdruckanschluss 76 mit Niederdruck beaufschlagt. Ansonsten funktioniert die Schwenkwiegenverstellung bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel genauso wie bei dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel.

Durch die Verwendung der Aktoreinrichtungen 60, 70 in 2/2-Wegeventilbauweise kann die Ventilkomplexität gegenüber dem in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel reduziert werden. Da die beiden Aktoreinrichtungen 60, 70 jeweils nur einen Elektromagneten 68, 78 aufweisen, kann mit dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel eine geringere Ausdehnung der Axialkolbenmaschine radial zur Drehachse 24 realisiert werden.

Ansprüche

1. Aktoreinrichtung mit mindestens einem Aktorkolben (2;62,72), dem zwei Federn zugeordnet sind und der mit einer Verstelleinrichtung gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstelleinrichtung als Schwenkverstelleinrichtung (4) mit Mittenzentrierung ausgeführt ist.

2. Aktoreinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwenkverstelleinrichtung (4) eine mechanische Kopplungseinrichtung (5) umfasst, über die ein Schwenkwinkel der Schwenkverstelleinrichtung (4) auf den Aktorkolben (2;62;72) rückgeführt wird.

3. Aktoreinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanische Kopplungseinrichtung (5) einen Exzenter (8), einen Nocken (56), oder eine Kurvenscheibe umfasst.

4. Aktoreinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanische Kopplungseinrichtung (5) mindestens einen Kopplungskolben (9; 52; 63, 73) umfasst.

5. Aktoreinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mechanische Kopplungseinrichtung (5) eine Kopplungsfeder (11; 64, 74) umfasst, die zwischen dem Kopplungskolben (9; 52; 63, 73) und dem Aktorkolben (2; 62, 72) angeordnet ist.

6. Aktoreinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktorkolben (2; 62, 72) zwischen der Kopplungsfeder (11; 64, 74) und einer Aktorfeder (12; 65, 75) angeordnet ist.

7. Aktoreinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktorkolben (2;62,72) radial oder axial zu einer

Triebwerksdrehachse (24) angeordnet ist, die senkrecht zu einer Schwenkachse (22) der Schwenkverstelleinrichtung (4) angeordnet ist.

8. Axialkolbenmaschine mit mindestens einem Arbeitskolben (25,26) und einem Stellkolben (28), die mit einer Schwenkwiege (20; 55) zusammenwirken, die über ein Regelventil verstellbar ist, das eine Aktoreinrichtung (1; 60) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

9. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Regelventil zwei elektromagnetische Spulen (18,19) umfasst, die Bewegungen des Aktorkolbens in entgegengesetzte Richtungen ermöglichen.

10. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Regelventil als 3/3-Wegeventil oder 3/2-Wegeventil ausgeführt ist, oder zwei 2/2-Wegeventile umfasst.

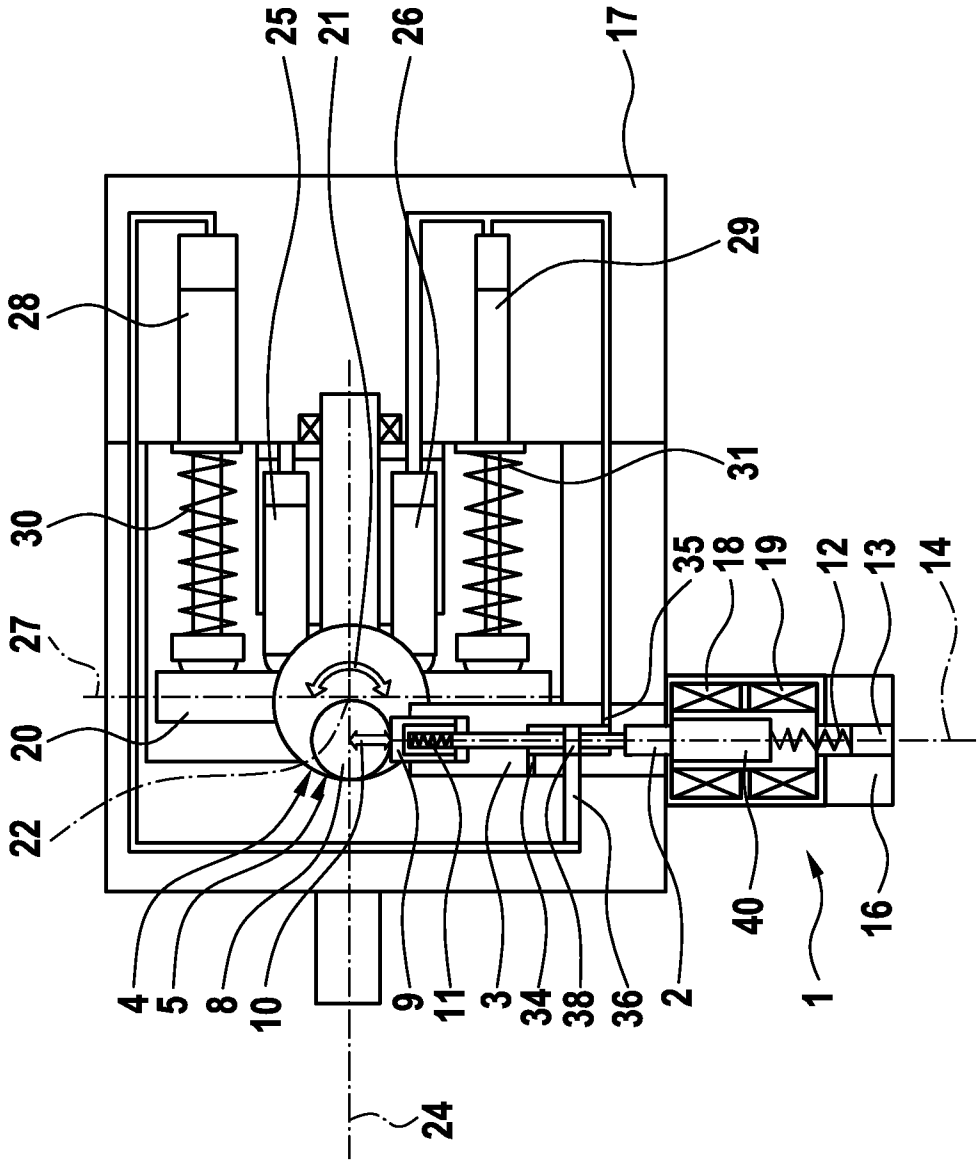

25
21
26
17
29
28
31
30
35
18
19
12
13
14
27
20
22
40
16
1
4
5
8
10
9
11
3
34
38
36
2
24

Fig. 1

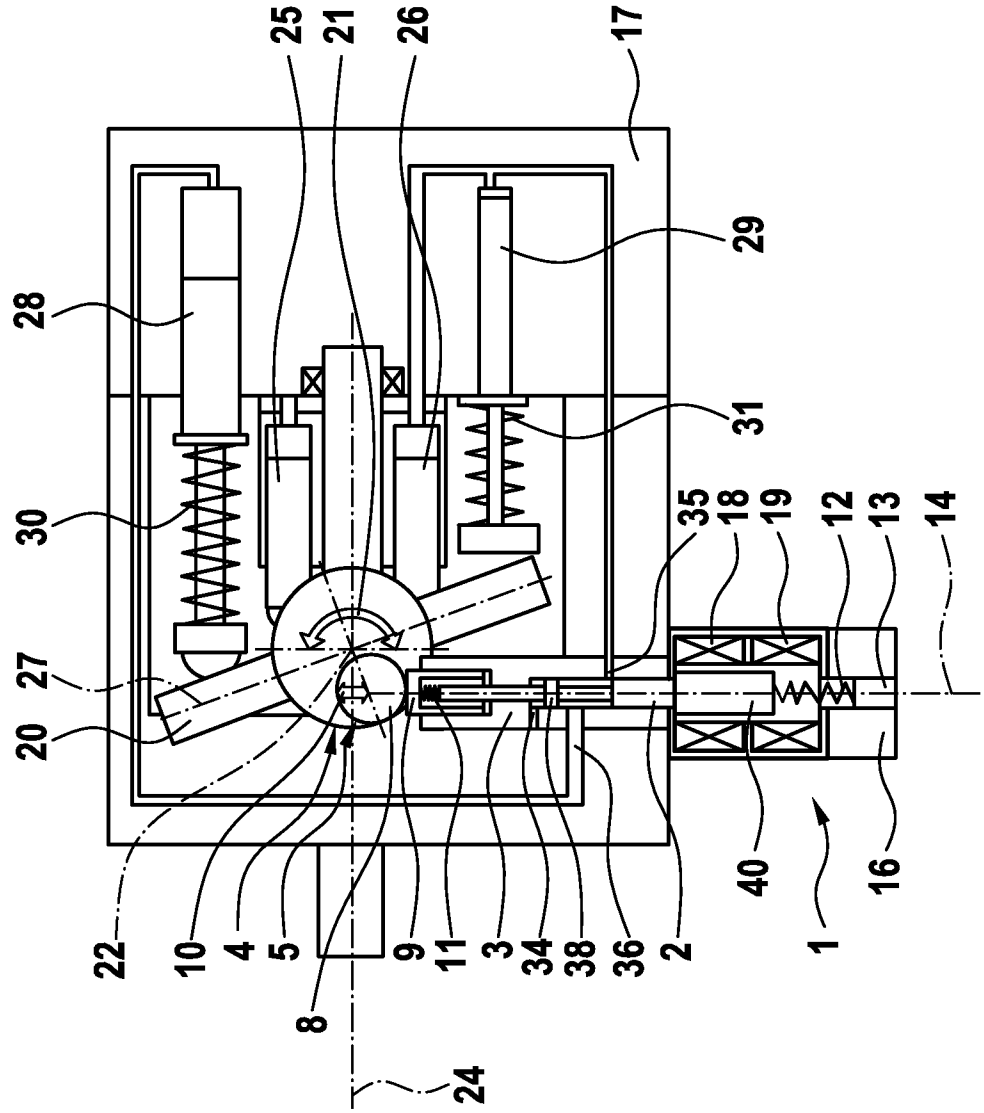

25
21
26
17
29
28
31
30
35
18
19
12
13
14
27
20
40
16
1
22
10
4
5
9
11
3
34
38
36
2
8
24

Fig. 2

Fig. 3

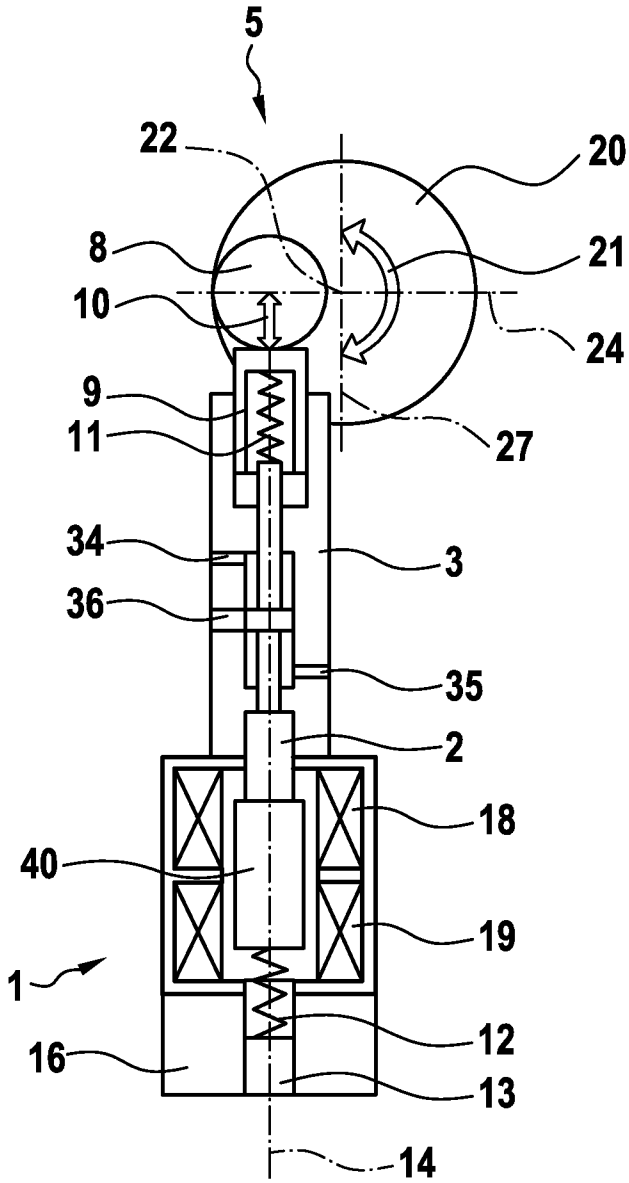


Fig. 4

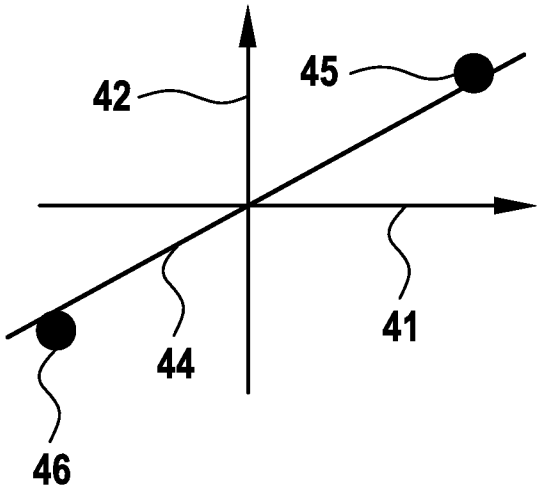
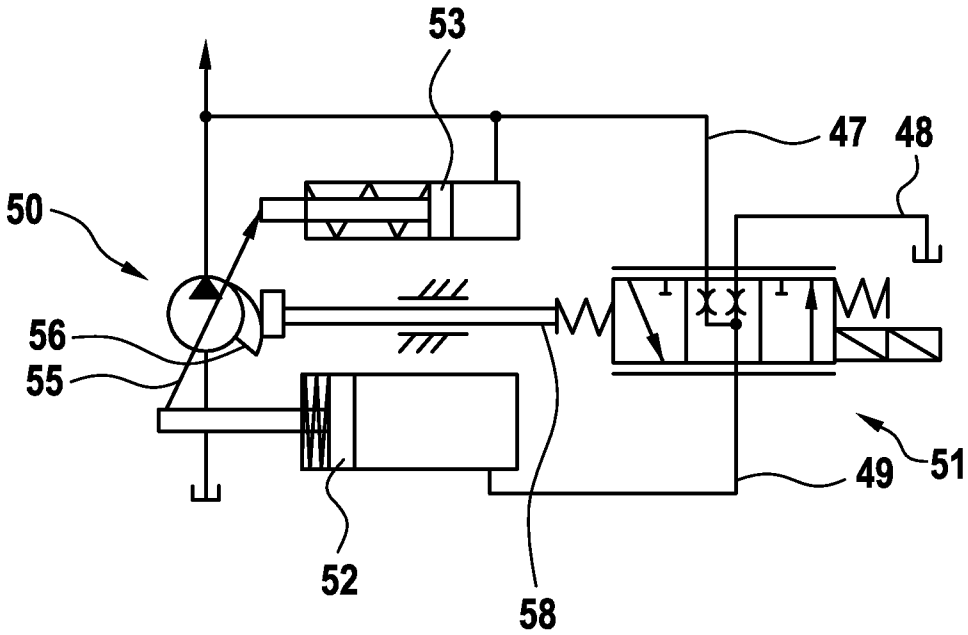



Fig. 5



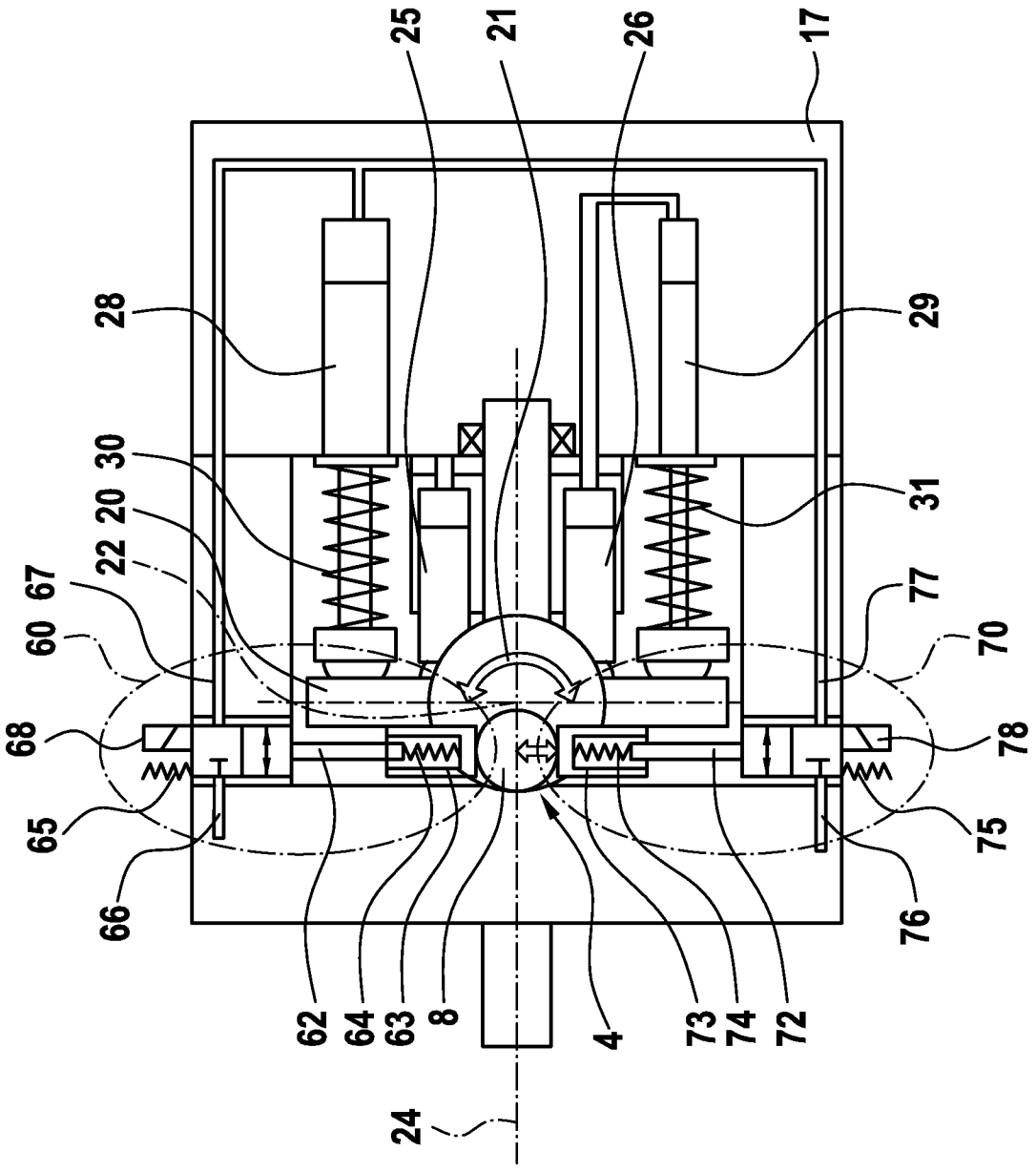

25
21
26
17
28
29
30
31
20
22
67
60
77
70
68
78
65
75
66
76
62
64
63
8
4
73
74
72
24

Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/063016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F04B1/32 F01B3/10 H01F7/16 F16K31/06 F04B49/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F04B H01F F16K F01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X<br>Y | DE 195 40 654 C1 (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE]) 19 December 1996 (1996-12-19)<br>column 3, lines 32-39; figure 1<br>column 4, lines 40-47 | 1,2,4,7,8<br>3,5,6 |
| X | US 6 158 969 A (GRAF KEVIN J [US] ET AL)<br>12 December 2000 (2000-12-12)<br>figure 1 | 1-4,7,8 |
| X | EP 1 712 788 A1 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY [JP])<br>18 October 2006 (2006-10-18)<br>paragraph [0069]; figure 6 | 1,7-10 |
| Y | US 4 722 186 A (LOUIS JOSEPH E [US] ET AL)<br>2 February 1988 (1988-02-02)<br>figure 1 | 3,5,6 |

-/--

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

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 20 September 2013 | 30/09/2013 |

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

2

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

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/063016

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 4 381 702 A (MYERS H ALLEN)<br>3 May 1983 (1983-05-03)<br>the whole document<br>----- | 1-10 |
| A | US 4 918 918 A (MIKI KENICHI [JP] ET AL)<br>24 April 1990 (1990-04-24)<br>the whole document<br>----- | 1-10 |
| A | EP 1 217 209 B1 (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE]) 6 June 2007 (2007-06-06)<br>cited in the application<br>the whole document<br>----- | 1-10 |

2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/063016

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| DE 19540654 C1 | 19-12-1996 | DE 19540654 C1 | 19-12-1996 |
| | | EP 0771949 A1 | 07-05-1997 |
| US 6158969 A | 12-12-2000 | NONE | |
| EP 1712788 A1 | 18-10-2006 | EP 1712788 A1 | 18-10-2006 |
| | | JP 4308205 B2 | 05-08-2009 |
| | | US 2007017219 A1 | 25-01-2007 |
| | | WO 2005066490 A1 | 21-07-2005 |
| US 4722186 A | 02-02-1988 | CA 1273268 A1 | 28-08-1990 |
| | | DE 3701940 A1 | 30-07-1987 |
| | | JP S62171502 A | 28-07-1987 |
| | | SE 463828 B | 28-01-1991 |
| | | SE 8700105 A | 25-07-1987 |
| | | US 4722186 A | 02-02-1988 |
| US 4381702 A | 03-05-1983 | CA 1164725 A1 | 03-04-1984 |
| | | JP H0290365 U | 18-07-1990 |
| | | JP H0430386 Y2 | 22-07-1992 |
| | | JP S57113978 A | 15-07-1982 |
| | | US 4381702 A | 03-05-1983 |
| US 4918918 A | 24-04-1990 | AU 596260 B2 | 26-04-1990 |
| | | DE 3783912 T2 | 22-07-1993 |
| | | EP 0308508 A1 | 29-03-1989 |
| | | JP H0432232 B2 | 28-05-1992 |
| | | JP S63134869 A | 07-06-1988 |
| | | US 4918918 A | 24-04-1990 |
| | | WO 8803992 A1 | 02-06-1988 |
| EP 1217209 B1 | 06-06-2007 | DE 10063526 C1 | 11-07-2002 |
| | | EP 1217209 A2 | 26-06-2002 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/063016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04B1/32 F01B3/10 H01F7/16 F16K31/06 F04B49/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
F04B H01F F16K F01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| X<br>Y | DE 195 40 654 C1 (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE]) 19. Dezember 1996 (1996-12-19)<br>Spalte 3, Zeilen 32-39; Abbildung 1<br>Spalte 4, Zeilen 40-47 | 1,2,4,7,8<br>3,5,6 |
| X | US 6 158 969 A (GRAF KEVIN J [US] ET AL)<br>12. Dezember 2000 (2000-12-12)<br>Abbildung 1 | 1-4,7,8 |
| X | EP 1 712 788 A1 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY [JP])<br>18. Oktober 2006 (2006-10-18)<br>Absatz [0069]; Abbildung 6 | 1,7-10 |
| Y | US 4 722 186 A (LOUIS JOSEPH E [US] ET AL)<br>2. Februar 1988 (1988-02-02)<br>Abbildung 1 | 3,5,6 |

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 20. September 2013 | 30/09/2013 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Olona Laglera, C |

2

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| A | US 4 381 702 A (MYERS H ALLEN)<br>3. Mai 1983 (1983-05-03)<br>das ganze Dokument<br>----- | 1-10 |
| A | US 4 918 918 A (MIKI KENICHI [JP] ET AL)<br>24. April 1990 (1990-04-24)<br>das ganze Dokument<br>----- | 1-10 |
| A | EP 1 217 209 B1 (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE]) 6. Juni 2007 (2007-06-06)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>das ganze Dokument<br>----- | 1-10 |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/063016

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| DE 19540654 C1 | 19-12-1996 | DE 19540654 C1 | 19-12-1996 |
| | | EP 0771949 A1 | 07-05-1997 |
| US 6158969 A | 12-12-2000 | KEINE | |
| EP 1712788 A1 | 18-10-2006 | EP 1712788 A1 | 18-10-2006 |
| | | JP 4308205 B2 | 05-08-2009 |
| | | US 2007017219 A1 | 25-01-2007 |
| | | WO 2005066490 A1 | 21-07-2005 |
| US 4722186 A | 02-02-1988 | CA 1273268 A1 | 28-08-1990 |
| | | DE 3701940 A1 | 30-07-1987 |
| | | JP S62171502 A | 28-07-1987 |
| | | SE 463828 B | 28-01-1991 |
| | | SE 8700105 A | 25-07-1987 |
| | | US 4722186 A | 02-02-1988 |
| US 4381702 A | 03-05-1983 | CA 1164725 A1 | 03-04-1984 |
| | | JP H0290365 U | 18-07-1990 |
| | | JP H0430386 Y2 | 22-07-1992 |
| | | JP S57113978 A | 15-07-1982 |
| | | US 4381702 A | 03-05-1983 |
| US 4918918 A | 24-04-1990 | AU 596260 B2 | 26-04-1990 |
| | | DE 3783912 T2 | 22-07-1993 |
| | | EP 0308508 A1 | 29-03-1989 |
| | | JP H0432232 B2 | 28-05-1992 |
| | | JP S63134869 A | 07-06-1988 |
| | | US 4918918 A | 24-04-1990 |
| | | WO 8803992 A1 | 02-06-1988 |
| EP 1217209 B1 | 06-06-2007 | DE 10063526 C1 | 11-07-2002 |
| | | EP 1217209 A2 | 26-06-2002 |