

(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
8. Dezember 2016 (08.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/193262 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 35/26 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/062263

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Mai 2016 (31.05.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 108 925.4 5. Juni 2015 (05.06.2015) DE

(71) Anmelder: **NIDEC GPM GMBH** [DE/DE];
Schwarzbacher Str. 28, 98673 Auengrund OT Merbelsrod
(DE).

(72) Erfinder: **PAWELLEK, Franz**; Am Fröschengraben 32,
96486 Lautertal (DE). **NICKEL, Conrad**; Im Dorfe 47a,
99438 Troistedt (DE).

(74) Anwalt: **KUHNEN & WACKER PATENT- UND
RECHTSANWALTSBÜRO**; Prinz-Ludwig-Straße 40A,
85354 Freising (DE).

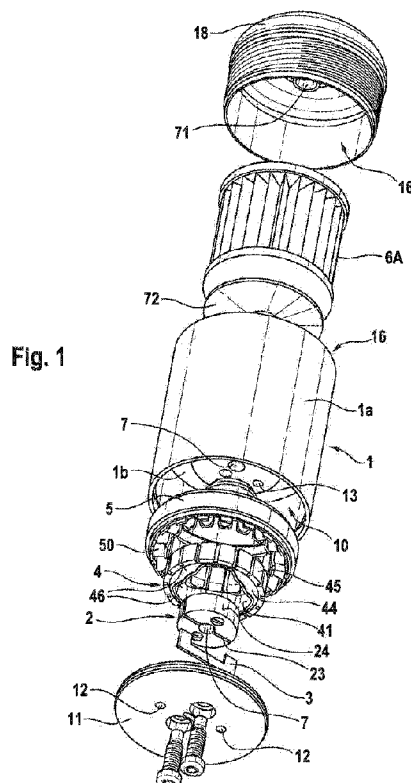
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** ELECTRICALLY-DRIVEN LIQUID FILTER PUMP AND ELECTRICALLY-DRIVEN LIQUID POSITIVE
DISPLACEMENT PUMP FOR USE IN THE LIQUID FILTER PUMP

(54) **Bezeichnung :** ELEKTRISCH ANGETRIEBENE FLÜSSIGKEITS-FILTERPUMPE UND ELEKTRISCH ANGETRIEBENE
FLÜSSIGKEITS-VERDRÄNGERPUMPE ZUR VERWENDUNG IN DER FLÜSSIGKEITS-FILTERPUMPE



(57) **Abstract:** Disclosed is an electrically-driven liquid filter pump comprising a liquid filter (6A, 6B) and an electrically-driven liquid positive displacement pump for delivering a liquid medium in a delivery circuit or at least in a delivery section. The liquid filter pump has: a pump housing (1, 11) comprising a hollow-cylindrical pump chamber (10) and at least one inlet (12) and at least one outlet (13); a cylindrical journal (2) with a guide slot (23), in which a locking vane (3) is held; a rotor (4) with an innerlying cam profile (41), the rotor being rotatably mounted on the journal (2); and a stator (5) surrounding the rotor (4) and having stator coils (50). One end of the locking vane (3) separates the volume of a cam chamber (40) into a decreasing section and an increasing section, thereby allowing the liquid medium to be delivered through at least one inlet (12) and at least one outlet (13) on either side of the locking vane (3). A channel (7) extends through the pump housing (1, 11) and the journal (2), the channel connecting, on one side of the pump housing (1, 11), one end of a filter circuit running through the liquid filter (6A, 6B) to, on the opposite side of the pump housing (1, 11), one end of the delivery circuit or the delivery section.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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)

Es wird eine elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe mit einem Flüssigkeitsfilter (6A, 6B) und einer elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zum Fördern eines flüssigen Mediums in einem Förderkreislauf oder wenigstens einer Förderstrecke vorgeschlagen. Die Flüssigkeits-Filterpumpe weist auf: ein Pumpengehäuse (1, 11) mit einer hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) und wenigstens einem Einlass (12) und wenigstens einem Auslass (13); einen zylindrischen Lagerzapfen (2) mit Führungsschlitz (23), in dem ein Sperrflügel (3) aufgenommen ist; einen Rotor (4) mit einem innenliegenden Nockenprofil (41), der auf dem Lagerzapfen (2) drehbar gelagert ist; einen Stator (5) mit Statorspulen (50), der den Rotor (4) umgibt; wobei ein Ende eines Sperrflügels (3) das Volumen einer Nockenkammer (40) in einen abnehmenden Teil und einen zunehmenden Teil abtrennt, wodurch das flüssige Medium durch wenigstens einen Einlass (12) und wenigstens einen Auslass (13) beidseitig des Sperrflügels (3) gefördert wird. Ein Kanal (7) erstreckt sich durch das Pumpengehäuse (1, 11) und den Lagerzapfen (2) hindurch, der, auf einer Seite des Pumpengehäuses (1, 11), ein Ende eines Filterkreislaufs, der durch den Flüssigkeitsfilter (6A, 6B) verläuft, und, auf der gegenüberliegenden Seite des Pumpengehäuses (1, 11), ein Ende des Förderkreislaufs oder der Förderstrecke mit einander verbindet.

Beschreibung**Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe und elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zur Verwendung in der Flüssigkeits-Filterpumpe**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe zum Fördern eines flüssigen Mediums in einem Förderkreislauf wie beispielsweise einem Schmierölkreislauf eines Verbrennungsmotors, oder in einer Förderstrecke wie beispielsweise einer Kraftstoffleitung, und eine elektrisch angetriebene
10 Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zur Verwendung in der Flüssigkeits-Filterpumpe.

Im Maschinen- und Anlagenbau, Motoren- und Getriebebau sowie sonstigen Baugruppen mit getrennten Öl-Räumen, in denen die Förderung eines Öls, einer Hydraulikflüssigkeit oder eines sonstigen flüssigen Mediums in erster Linie einer
15 Druckbeaufschlagung als einer Umwälzung zur Filterung dient, sind die Baugruppen einer Pumpe und eines Filtersystems zumeist nach Aspekten der Betriebsweise getrennt voneinander verbaut. Das Filtersystem wird zur erleichterten Wartung an einer gut zugänglichen Position angeordnet. Mechanische Pumpen werden an Positionen angeordnet, an denen eine günstige Ankoppelung zu einem Abtrieb drehender
20 Maschinenelemente besteht.

In automobilen Anwendungen unterliegen die Konstruktionen von Verbrennungsmotoren, Automatikgetrieben und sonstigen Baugruppen durch eine wachsende Anzahl von Hilfsaggregaten einer zunehmenden Bauraumoptimierung.

25

Elektrische Pumpen wie Ölpumpen bieten hierbei aufgrund ihrer eigenen Antriebseinheit eine größere konstruktive Freiheit zur Anordnung derselben im Aufbau eines Verbrennungsmotors oder in einem sonstigen zu integrierenden System, und können somit bei räumlich beengten Verhältnissen unabhängig von mechanischen
30 Antriebsquellen an einer bezüglich des Bauraums optimierten Position im Kreislauf integriert werden.

Eine weitergehende konstruktive Maßnahme zur Optimierung des Bauraums wurde durch die Realisierung von hochintegrierten elektrischen Pumpen geschaffen, bei denen eine räumliche Trennung der Pumpenmechanik und des elektrischen Antriebs durch die Ausgestaltung von gemeinsam genutzten Komponenten mit einer Doppelfunktion aufgehoben wird.

Ein Beispiel für eine solche hochintegrierte elektrische Pumpe mit geringen Abmessungen ist eine in der US 2012/0051955 A1 beschriebene Flügelzellenölpumpe. Bei dieser Ölpumpe mit exzentrischer Anordnung eines Rotors in einer elliptischen Pumpenkammer teilen sich die Pumpenbaugruppe und der elektrische Antrieb einen gemeinsamen Rotor. Der Rotor weist einerseits radial bewegliche Flügel zur Bildung von Flügelzellen, und andererseits Permanentmagnete für den elektrischen Antrieb auf. Der Stator ist radial außerhalb des Rotors in einem zylindrischen Gehäuse aufgenommen. Das Gehäuse weist geringe Abmessungen auf, die lediglich einer Umfassung des Stators genügen müssen.

Eine kompakte koaxiale Bauweise einer Strömungsmaschine, die sich als Flüssigkeitspumpe, Vakuumpumpe oder Verdichter bzw. Gebläse eignet, ist im Stand der Technik anhand der DE 10 2012 023 000 A1 beschrieben. Die Strömungsmaschine weist ein Gehäuse, einen Stator, einen Rotornockenring, eine feste Achse und einen Drehschieber in einer Nut in der festen Achse auf. Zwischen dem Rotornockenring, der festen Achse und dem Drehschieber wird eine Fluidkammer gebildet, die bei einer Drehbewegung des Rotornockenrings größer oder kleiner wird. Der Rotornockenring weist an der Innenseite Nockenkurven und an der Außenseite Magnete auf.

25

Trotz der erhöhten konstruktiven Freiheit bei der Anordnung einer kompakten hochintegrierten elektrischen Pumpe, bestehen des Weiteren konstruktive Anforderungen an die Einbindung derselben in einen umgebenden Bauraum und in einen Förderkreislauf.

Bei der Integration einer elektrischen Ölpumpe an einem Gehäuse eines Verbrennungsmotors als Beispiel, sind unter anderem eine ausreichende Wärmeabfuhr des elektrischen Antriebs, ggf. Durchtrittsstellen und Abdichtungen einer Kabelstrecke

zur elektrischen Leistungszufuhr, sowie eine im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten vertretbare Zugänglichkeit des Einbaubereichs zu berücksichtigen. Ferner müssen seitens des betreffenden Gehäuses Schnittstellen und Abdichtungen zwischen dem Kreislauf und der Pumpe vorgesehen werden, die auf geringen Strömungswiderstand auszulegen und
5 auf den eingesetzten Pumpentyp zu individualisieren sind.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demnach darin, eine elektrisch angetriebene Flüssigkeitspumpe mit kompakter Bauweise zu schaffen, die weitere Vereinfachungen der Konstruktion seitens eines gefilterten Förderkreislaufs sowie
10 weitere Einsparungen des Bauraumbedarfs ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe mit einem Flüssigkeitsfilter nach dem Anspruch 1 und eine darin verwendete elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach Anspruch
15 3 gelöst.

Die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe und die elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zum Fördern eines flüssigen Mediums in einem Förderkreislauf oder einer Förderstrecke weisen auf: ein Pumpengehäuse mit einer
20 hohlzylindrischen Pumpenkammer und wenigstens einem Einlass und wenigstens einem Auslass, die jeweils an einer Stirnseite der hohlzylindrischen Pumpenkammer ausgebildet sind; einen zylindrischen Lagerzapfen, der sich konzentrisch zur Mittelachse der hohlzylindrischen Pumpenkammer über deren axiale Länge erstreckt, und wenigstens einen entlang zumindest eines Teils des Durchmessers des Lagerzapfens verlaufenden
25 Führungsschlitz aufweist, in dem wenigstens ein Sperrflügel in dessen Längsrichtung verschieblich aufgenommen ist; einen Rotor, der konzentrisch zur Mittelachse der hohlzylindrischen Pumpenkammer angeordnet ist und sich über deren axiale Länge erstreckt, mit einem innenliegenden Nockenprofil, wobei das Nockenprofil radial nach
30 innen gerichtete Kreisbogensegmente aufweist, durch die der Rotor auf einer Umfangsfläche des zylindrischen Lagerzapfens um diesen herum drehbar gelagert ist, und radial nach außen gerichtete Nockenkurven aufweist, die sich von der Umfangsfläche erheben und Nockenkammern zwischen den Stirnflächen der hohlzylindrischen

Pumpenkammer bilden; einen konzentrisch in der hohlzylindrischen Pumpenkammer angeordneten Stator mit Statorspulen, der den Rotor umgibt; wobei ein Ende des wenigstens einen Sperrflügels über die axiale Länge der Pumpenkammer mit dem Nockenprofil in Kontakt steht und das Volumen einer passierenden Nockenkammer
5 während einer Drehbewegung des Rotors in einen abnehmenden Teil und einen zunehmenden Teil abtrennt, wodurch das flüssige Medium durch wenigstens einen Einlass und wenigstens einen Auslass beidseitig des einen Endes des einen Sperrflügels gefördert wird.

10 Die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass der wenigstens eine Einlass und der wenigstens eine Auslass an gegenüberliegenden Stirnseiten der hohlzylindrischen Pumpenkammer aus dem Pumpengehäuse austreten; und sich ein Kanal durch das Pumpengehäuse und den
15 Lagerzapfen hindurch erstreckt, durch den ein Abschnitt des Förderkreislaufs oder der Förderstrecke führbar ist.

Die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe mit Flüssigkeitsfilter zeichnet sich darüber hinaus insbesondere dadurch aus, dass der Kanal, auf einer Seite des Pumpengehäuses, ein Ende eines Filterkreislaufs, der durch den Flüssigkeitsfilter
20 verläuft, und, auf der gegenüberliegenden Seite des Pumpengehäuses, ein Ende des Förderkreislaufs oder der Förderstrecke mit einander verbindet; wobei das andere Ende des Filterkreislaufs und das andere Ende des Förderkreislaufs oder der Förderstrecke jeweils mit einem von dem wenigstens einen Einlass und dem wenigstens einen Auslass
25 verbunden ist.

In der vorliegenden Anmeldung wird zwischen der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe und der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Flüssigkeits-Filterpumpe
30 unterschieden, da die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe auch ohne einen Flüssigkeitsfilter, insbesondere eine handelsübliche Filterpatrone oder ein Filterelement, als ein separat handelbares Erzeugnis schutzwürdig ist.

Die Erfindung sieht erstmals vor, eine elektrisch angetriebene Pumpe mit kompakter Bauweise an der Schnittstelle einer räumlichen Trennung zwischen einem Filterkreislauf, der durch einen Flüssigkeitsfilter verläuft, und einem Förderkreislauf bzw. einer Förderstrecke anzuordnen. Diese Anordnung erfolgt einerseits durch die
5 Kombination des Filterkreislaufs und der Pumpe in einer Baugruppe, und andererseits durch die Bereitstellung eines Kanals, der zum Anschluss eines Förderkreislaufs bzw. einer Förderstrecke an den Filterkreislauf, die jeweils auf getrennten Seiten der Pumpe verlaufen, dient.

10 Die Umsetzung der gewünschten kompakten Bauform wird dadurch erreicht, dass für die erfindungsgemäße elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe, eine hochintegrierte elektrische Sperrflügelpumpe mit Nockenrotor, die besondere Abmessungsverhältnisse ermöglicht, derart umgestaltet ist, dass ein jeweiliger Zulauf und Rücklauf zwischen dem Förderkreislauf und dem Filterkreislauf durch radial getrennte
15 Abschnitte der Pumpe, insbesondere einer davon durch einen zentralen Abschnitt der Pumpe, geführt ist.

Die erfindungsgemäße elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe und die elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe erzielen mehrere Vorteile wie
20 nachstehend erläutert ist.

Durch die besonders vorteilhafte Anordnung der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zwischen einem Filter und einem Gehäuse, wie z.B. an einer Verbrennungsmaschine, einem Automatikgetriebe oder einer sonstigen Baugruppe
25 mit getrenntem Öl-Raum, werden Vereinfachungen in der Ausgestaltung eines Förderkreislaufs und des umgebenden Gehäuses ermöglicht.

Hinsichtlich der Konstruktion des Förderkreislaufs kann die Bereitstellung getrennter Anschlüsse und Dichtungen jeweils für die Pumpe und den Filter entfallen.

Hinsichtlich der Bauraumoptimierung können ein separater Bauraum für die Pumpe, sowie das Erfordernis der Zugänglichkeit des Bauraums zur Installation und Instandhaltung der Pumpe seitens einer Gehäusekonstruktion vollständig entfallen.

- 5 Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe genügt demnach nunmehr die Bereitstellung eines gemeinsamen Anschlusses und Bauraumes für den Filter und die Pumpe.

10 Der Erfindung liegt ferner die Erkenntnis zugrunde, dass sich eine auf dem vorliegenden technischen Gebiet bislang nicht bekanntgewordene Sperrflügelpumpe mit einem koaxial in der Pumpenkammer angeordneten Nockenrotor in besonderer Weise für die gesetzte Aufgabenstellung eignet. Durch die erfindungsgemäßen Umgestaltungen wird ferner eine elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe mit außerordentlichen Abmessungsverhältnissen realisiert.

15

Ein hervorhebendes Charakteristikum bezüglich der kompakten Bauform besteht in dem hochintegrierten elektrischen Antrieb, der sich mit der Baugruppe der Pumpenmechanik den Nockenrotor als gemeinsame Komponente teilt.

- 20 Ein hervorhebendes Charakteristikum der Pumpenmechanik besteht darin, dass die Lagerung des Nockenrotors ohne eine Pumpenwelle im herkömmlichen Sinne auskommt, da diese Funktion von der Nockenkontur übernommen wird. Demzufolge besteht keine in axialer Richtung des Rotors angeordnete Lagerung. Dieses Merkmal ermöglicht eine besonders geringe axiale Gesamtabmessung des Pumpengehäuses.

25

- 30 Durch die erfindungsgemäße radial getrennte Führung des jeweiligen Zulaufs und Rücklaufs zwischen den Kreisläufen innerhalb der Pumpe, insbesondere durch einen zentralen Abschnitt, in dem bei herkömmlichen Pumpentypen eine Welle angeordnet ist, wird zugleich eine Führung der Kreisläufe innerhalb des Durchmessers des Pumpengehäuses erzielt.

Die kompakte Bauform schafft eine elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe, deren Durchmesser denjenigen eines zylinderförmigen, radial durchströmten Flüssigkeitsfilters wie einem Ölfilter nicht überschreitet.

5 Durch den geringen axialen Bauraumbedarf, der darüber hinaus erzielt wird, kann die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe vorteilhafterweise in der Art eines scheibenförmigen Adapterelements einfach zwischen einem Flüssigkeitsfilter und einem entsprechenden gehäuseseitigen Anschlussflansch montiert werden.

10 Im Vergleich zu einem Ölfilter für eine Verbrennungsmaschine als Anwendungsbeispiel, erfordert die erfindungsgemäße Filterpumpe im Wesentlichen keine Ausweitung eines bereitzustellenden Bauraumes. Demnach kann die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe in demselben Bauraum verbaut werden, der für einen handelsüblichen Ölfiltertyp vorgesehen ist, und der bei der Auslegung eines
15 umgebenden Systems im Allgemeinen mit einer guten Zugänglichkeit zur Montage und Wartung ausgelegt ist.

Die erfindungsgemäße Filterpumpe ermöglicht nicht nur eine Einsparung eines separaten Bauraums bei der Konstruktion einer Maschinenbaugruppe, sie könnte darüber
20 hinaus auch an bestehenden Systemen wie Fahrzeugen, Baumaschinen, Landmaschinen, sonstigen Arbeitsmaschinen wie Kompressoren und Industrieanlagen nachgerüstet werden. Durch eine kompatible stirnseitige Ausgestaltung des Pumpengehäuses an genormte Flanschanschlüsse der handelsüblichen Filtertypen, kann die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe beispielsweise an Verbrennungsmotoren von
25 Fahrzeugen anstelle eines Ölfilters passend montiert werden.

Darüber hinaus können insbesondere die OEMs von Fahrzeugen sowie Maschinen und Anlagenhersteller von den Vorzügen der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe profitieren. Da lediglich das Vorsehen eines herkömmlichen Anschlusses
30 und Bauraums für einen handelsüblichen Filtertyp genügt, können Entwicklungskosten bei der Konstruktion und Integration eines entsprechenden Systems mit einem gefilterten Förderkreislauf eingespart werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe mit Flüssigkeitsfilter sowie der darin verwendeten elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe sind Gegenstand der abhängigen
5 Ansprüche.

In einer bevorzugten Ausführungsform der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe kann der Flüssigkeitsfilter ein radial von außen nach innen durchströmtes Filtermedium mit ringförmigem Querschnitt, einer radial äußeren Rohseite und einer
10 radial inneren Reinseite, aufweisen, das mit dem Pumpengehäuse stirnseitig fixiert ist, wobei der wenigstens eine Auslass des Pumpengehäuses einen Zulauf aus einem Förderkreislauf zu der Rohseite des Filtermediums bildet, und der Kanal einen Rücklauf der Reinseite des Filtermediums zu einem Förderkreislauf bereitstellt. Durch eine Anschlusskonfiguration, bei welcher der Kanal der Pumpe als zentraler Rücklauf eines
15 radial von außen nach innen durchströmten Filtermediums genutzt wird, eignet sich die Kreislaufanordnung der Filterpumpe für den Großteil der Filtertypen in den anvisierten Anwendungsfällen.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Kanal einen Fortsatz aufweisen,
20 der von dem Pumpengehäuse hervorsteht. Der Fortsatz kann somit als Fixierungselement genutzt werden, indem der Innenumfang der Reinseite eines Flüssigkeitsfilters auf den Außenumfang des Fortsatzes aufgeschoben wird.

In einer alternativen Ausführungsform kann der Kanal oder der Fortsatz einen
25 Gewindeabschnitt aufweisen. Hierdurch kann beispielsweise ein als Filterpatrone ausgebildeter Flüssigkeitsfilter über eine Schraubverbindung zwischen dem Kanal der Pumpe und einer Öffnung der Reinseite des Flüssigkeitsfilters an der Pumpe fixiert werden.

30 In einer alternativen Ausführungsform kann an dem Pumpengehäuse eine Filterkammer ausgebildet sein, in der ein Flüssigkeitsfilter aufnehmbar ist, wobei der wenigstens eine Auslass und der Kanal in die Filterkammer münden, und diese durch

einen Filterdeckel abgeschlossen ist. Hierdurch kann eine Anströmung der Rohseite eines Filterelements, d.h. eines zum Einsetzen in ein Gehäuse ausgebildeten Flüssigkeitsfilters, bereitgestellt werden.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform können die Filterkammer und der Filterdeckel einen Gewindeabschnitt zur gegenseitigen Fixierung aufweisen. Auf diese Weise wird die mit dem flüssigen Medium durchspülte Filterkammer sicher verschlossen und eine axiale Einspannung des eingesetzten Filterelements wird ermöglicht.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform kann an dem Filterdeckel ein Zapfen ausgebildet ist, der dem Fortsatz des Kanals in der Filterkammer axial entgegensteht. Durch den Zapfen wird ein Innenraum der Reinseite des Filterelements gegenüber der Rohseite abgetrennt, und das Filterelement wird gegen die auftretenden Drücke in der Filterkammer in radialer Richtung fixiert.

15 In einer bevorzugten Ausführungsform kann ein scheibenförmiger Federteller mit einer Druckfeder, die den Federteller gegen das Pumpengehäuse abstützt, in der Filterkammer angeordnet sein. Durch eine elastische Vorspannung können Toleranzen des Filterelements ausgeglichen werden, sodass im Falle von Längenabweichungen beim
20 Anziehen des Filterdeckels keine Quetschung des zumeist sternförmig gefalteten Filtermediums auftritt. Zudem wird eine Entnahme des Filterelements aus der Filterkammer erleichtert.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Rotor aus einem
25 weichmagnetischen Material einteilig ausgebildet ist, und an seinem Außenumfang durch Radialspalte unterteilte Umfangssegmente als Rotorpole aufweisen, wobei der Rotor und der Stator einen Reluktanzmotor bilden. Durch den Wegfall von Permanentmagneten für den Rotor können Materialkosten und Fertigungskosten eingespart werden können. Bei einer Ausführung der Pumpe als Naßläufer steht das flüssige Medium mit dem Stator und
30 dem Außenumfang des Rotors in Kontakt. Der Verzicht auf Permanentmagneten schafft insbesondere bei der Anwendung in Schmierölkreisläufen den Vorteil, dass sich

metallische Partikel, die aus dem Abrieb der Maschinenteile im Betriebsverschleiß stammen, nicht an dem Rotor ablagern.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann der Lagerzapfen scheibenförmig ausgebildet sein, wobei die axiale Länge des Lagerzapfens die Hälfte oder weniger, vorzugsweise ein Drittel des Durchmessers des Lagerzapfens beträgt. Der Lagerzapfen ist ein maßgebliches Bauteil für die Dimensionierung des Abmessungsverhältnisses der Sperrflügelpumpe. Wie eingangs genannt, liegen besondere Vorzüge dieses Aufbaus in der geringen axialen Bauhöhe. Mit einer geringen axialen Länge des Lagerzapfens im Verhältnis zu dessen Durchmesser lässt sich eine Pumpe mit einer besonders flachen, scheibenförmigen Gestalt realisieren.

Darüber hinaus nimmt bei einer kurzen Dimensionierung des Lagerzapfens eine entsprechende Breite des Nockenprofils und des Sperrflügels ab. Die Kontaktlinie des Gleitkontakts zwischen diesen beiden Bauteilen wird im Verhältnis zum Durchmesser des Rotors bzw. zum Volumen der Nockenkammern kleiner. Somit können Reibungsverluste und Leckageverluste zwischen dem Nockenprofil und dem Sperrflügel verringert und der volumetrische Wirkungsgrad erhöht werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform können die Nockenkammern durch Spaltdichtungen abgedichtet sein, die zwischen der Umfangsfläche des Lagerzapfens und den Kreisbogensegmenten des Nockenprofils, und/oder stirnseitigen zwischen dem Rotors und axial gegenüberliegenden Oberflächen der Pumpenkammer, und/oder Endflächen des Sperrflügels und der fortlaufenden Kontur des Nockenprofils ausgebildet sind. Durch den Verzicht auf Dichtungselemente an den Gleitflächen des Rotors gegenüber der Pumpenkammer und dem Sperrflügel kann eine möglichst geringe Verlustreibung erzielt werden. Da der Rotor und der Lagerzapfen eine höhere Materialhärte als diejenige eines Dichtungselements aufweisen, kann durch die Ausgestaltung einer Spaltdichtung eine höhere Verschleißfestigkeit und Maßhaltigkeit an den Kontaktflächen der Gleitlagerung des Rotors auf dem Lagerzapfen gewährleistet werden. Ferner kann der Montageaufwand zum Einfügen von Dichtungselementen in diesem Bereich entfallen.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann ein Spaltmaß einer Spaltdichtung weniger als 50 μm , vorzugsweise weniger als 40 μm , besonders bevorzugt weniger als 30 μm , beziehungsweise bei einem Förderdruck bis zu oder 10 bar vorzugsweise weniger als 20 μm betragen. Da die Einstellung eines geringeren Spaltmaßes insbesondere den Fertigungsaufwand und somit die Herstellungskosten beeinflusst, kann das Spaltmaß in Abhängigkeit des Einsatzgebietes der erfindungsgemäßen Filterpumpe gewählt werden. Im Falle einer Schmierölpumpe mit einem Förderdruck von 2 bis 5 bar stellt ein Spaltmaß von bis zu 30 μm eine ausreichende Spaltabdichtung der rotierenden Nockenkammern bereit.

In einer bevorzugten Ausführungsform können der Lagerzapfen und der Rotor aus einem gehärteten Sinterteil gebildet sein. Ein gehärtetes Sinterteil bietet einen besonders geeigneten Ausgangskörper zur Herstellung eines maßhaltigen und verschleißarmen Pumpenelements, da dieses unter Verwendung von Schleifwerkzeugen eine maßgenaue Fertigung mit einer Toleranz von bis zu $\pm 2 \mu\text{m}$ ermöglicht. Durch Auswahl eines weichmagnetischen metallurgischen Pulvers als Ausgangsmaterial des Sinterteils kann dabei ein Nockenrotor für einen Reluktanzmotor realisiert werden.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe in einem Regelungssystem betrieben werden, das ferner eine Ansteuervorrichtung, die eine Leistungszufuhr zu den einzelnen Statorspulen in Abhängigkeit eines Verhältnisses zwischen einem Drehmoment des Antriebs und einem Drehwinkel des Rotors steuert, und einen Drucksensor, der einen Druck ausgangseitig des Kanals in dem Förderkreislauf erfasst, und an die Ansteuervorrichtung ausgibt, aufweist; wobei die Ansteuervorrichtung einen Drehmomentverlauf über eine Rotorumdrehung in Abhängigkeit eines Ausgangsdruckverlaufs über eine Rotorumdrehung regelt. Durch einen Drucksensor im Förderkreislauf kann ein Pulsieren des Pumpendrucks erfasst werden und in eine Regelungsfunktion einfließen. Durch eine Ansteuerungsintensität der Statorspulen kann in gezielten Drehwinkelbereichen des Rotors Einfluss auf das Drehmoment des elektrischen Antriebs und somit auf den Ausgangsdruck der Pumpe genommen werden.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung werden zur Herstellung der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe unter anderem die folgenden Schritte durchgeführt: Sintern von Körpern jeweils für den Lagerzapfen und den Rotor, Härten
5 der gesinterten Körper, und Schleifen der gehärteten Körper jeweils auf das Maß der Abmessungen des Lagerzapfens und des Rotors sowie das Maß der Kontur des Nockenprofils. Diese Verfahrensschritte bieten eine wirtschaftlich günstige Möglichkeit zur Herstellung der charakteristischen Bauteile mit hoher Präzision, um insbesondere den Anforderungen einer zuverlässigen Ausgestaltung der zuvor genannten Spaltdichtungen
10 von unter 30 µm fertigungstechnisch gerecht zu werden. Wenn die Körper des Lagerzapfens und des Nockenrotors aus demselben Sintermaterial hergestellt werden, weisen die Bauteile denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten auf, sodass die Spaltdichtungen im Wesentlichen temperaturunabhängig erhalten bleiben. Diese Eigenschaft trägt wiederum zu der Vermeidung von Dichtungselementen und der
15 Ausgestaltung einer reibungsarmen elektrischen Maschine bzw. Pumpe bei.

Die Erfindung wird nachfolgend durch Ausführungsbeispiele anhand der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

- 20 Fig. 1 eine perspektivische Explosionsansicht einer elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe mit einem eingesetzten Filterelement gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Stirnseite des Pumpengehäuses, die zum Anschluss
25 an einen Förderkreislauf bereitgestellt ist;
- Fig. 3 eine Querschnittansicht durch die Pumpenmechanik mit Sperrflügel und Nockenrotor;
- 30 Fig. 4A eine Längsschnittansicht zur Darstellung des Strömungsverlaufs durch die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe der ersten Ausführungsform aus Fig. 1;

Fig. 4B eine Längsschnittansicht zur Darstellung des Strömungsverlaufs durch die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe der ersten Ausführungsform aus Fig. 1;

5

Fig. 5 eine Längsschnittansicht einer elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe mit einer Filterpatrone gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

10 Fig. 6 ein Blockschaltdiagramm der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe in einem Regelungssystem.

Nachfolgend werden Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Filterpumpe und insbesondere der Aufbau der Sperrflügelpumpenmechanik mit Nockenrotor in Bezug auf
15 die Zeichnungen beschrieben.

In dem nachfolgend beschriebenen Anwendungsbeispiel wird die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe an einem Verbrennungsmotor mit einem innenliegend geführten Förderkreislauf für Schmieröl eingesetzt.

20

Die Figur 1 zeigt eine Ausführungsform der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe mit einem einteiligen starren Sperrflügel 3 und einem Nockenrotor 4 mit drei Nockenerhebungen 43.

25 Das Pumpengehäuse 1 besteht aus einem Gehäusezylinder 1a mit einer zylindrischen Außenwand und einem darin ausgebildeten Gehäuseboden 1b. Der Gehäusezylinder 1a wird seitens der Pumpenmechanik durch einen Gehäusedeckel 11 abschlossen. In dem Gehäuseboden 1b sind zwei Auslässe 13 und eine mittig angeordnete Öffnung eines Rücklaufkanals 7, der später beschrieben wird, ausgebildet. Wie zudem in
30 Fig. 2 zu erkennen ist, sind auch in dem Gehäusedeckel 11 in ähnlicher Weise zwei Einlässe 12 und eine mittig angeordnete Öffnung für den Rücklaufkanal 7 ausgebildet.

Die Ausgestaltung des Gehäusedeckels 11 ist insbesondere derart konfiguriert, dass dieser dem stirnseitigen Flanschanschluss eines handelsüblichen Ölfilters mit einem innenliegenden Rücklauf und einem radial außenliegenden Zulauf entspricht. Auf diese Weise kann die Filterpumpe ohne weitere Maßnahmen an einem nicht dargestellten Anschlussflansch eines Verbrennungsmotors montiert werden.

Das Pumpengehäuse 1 weist einen hohlzylindrischen Innenraum als Pumpenkammer 10 auf. Im inneren Umfangsbereich der hohlzylindrischen Pumpenkammer 10 ist ein Motorstator 5 angeordnet. Der Motorstator 5 weist Statorspulen 50 auf, die von einer Steuerungselektronik mit elektrischer Leistung versorgt und angesteuert werden.

In der Mitte der hohlzylindrischen Pumpenkammer 10 ist ein zylindrischer Lagerzapfen 2 angeordnet, der sich zwischen dem Gehäuseboden 1b und dem Gehäusedeckel 11 erstreckt. Die Anordnung zwischen dem Gehäuseboden 1b, dem Lagerzapfen 2 und dem Gehäusedeckel 11 ist durch Verschraubungen mit Durchgangsbohrungen in axialer Richtung des Lagerzapfens 2 gesichert.

Im Durchmesser des Lagerzapfens 2 erstreckt sich diametral ein Führungsschlitz 23 zur Aufnahme eines Sperrflügels 3, wobei dessen Tiefe im äußeren radialen Bereich die gesamte axiale Länge des Lagerzapfens 2 beträgt. In einem inneren radialen Bereich beträgt die Tiefe des Führungsschlitzes 23 in etwa die Hälfte der axialen Länge des Lagerzapfens 2. Zudem ist in einem radial mittleren Bereich des Lagerzapfens 2, und folglich den Führungsschlitz 23 senkrecht kreuzend, ein Rücklaufkanal 7 ausgebildet, der sich durch den Gehäuseboden 1b und den Gehäusedeckel 11 erstreckt.

Der Sperrflügel 3 weist eine Ausnehmung auf, die länger als die Erstreckung des mit halber Tiefe im inneren radialen Bereich des Lagerzapfens 2 verbleibenden Abschnitts des Führungsabschnitts 23 ist. Somit kann der Sperrflügel 3 in beiden Richtungen des Führungsschlitzes 23 über den Umfang des Lagerzapfens 2 hinaus verschoben werden. An seinen Enden weist der Sperrflügel 3 eine Breite auf, die der

axialen Länge des Lagerzapfens 2 bzw. der hohlzylindrischen Pumpenkammer 10 entspricht.

5 Durch den Rücklaufkanal 7 tritt ein Teil des geförderten Schmieröls in den Führungsschlitz 23 ein und bildet einen Film zwischen dessen Flanken und den Flächen des Sperrflügels 3, wenn sich dieser bewegt. Insbesondere im vorliegenden Fall, bei dem das geförderte Medium eine schmierende Eigenschaft aufweist, verhilft der Film einer reibungsärmeren Gleitbewegung des Sperrflügels 3 in dem Führungsschlitz.

10 Innerhalb des Stators 5 ist der Nockenrotor 4 angeordnet, der sich um den Lagerzapfen 2 dreht. Die Breite des Rotors 4, d.h. seine Erstreckung in axialer Richtung entspricht der Breite der Enden des Sperrflügels 3, d.h. der axialen Länge des Lagerzapfens 2 bzw. der hohlzylindrischen Pumpenkammer 10. Der Außenumfang des Nockenrotors 4 weist radiale Einschnitte auf, sodass durch die dazwischen liegenden
15 Abschnitte diskrete Umfangssegmente bzw. ausgeprägte Rotorzähne gebildet werden. Die Rotorzähne 45 bilden die Pole des Rotors für einen Reluktanzmotor, der gemeinsam mit dem Stator 5 gebildet wird und als elektrischer Antrieb der hochintegrierten elektrischen Sperrflügelpumpe in der Filterpumpe dient. Der Körper des Nockenrotors 4 ist gemeinsam mit den Rotorzähnen 45 als einteiliges pulvermetallurgisch gefertigtes
20 Sinterteil mit hochpermeablen weichmagnetischen Eigenschaften ausgebildet, das aus einem Pulververbundwerkstoff aus der Gruppe der „Soft Magnetic Composites“ (SMC) besteht.

Der Nockenrotor 4 ist axial von den Wandflächen der zylindrischen
25 Pumpenkammer 10 umgeben. Die eine Wandfläche der Pumpenkammer 10 wird durch den Gehäuseboden 1b gebildet, die andere gegenüberliegende Wandfläche wird durch den Gehäusedeckel 11 gebildet. Der Abstand der Wandflächen, d.h. die axiale Erstreckung der zylindrischen Pumpenkammer 10, ist durch die Länge des Lagerzapfens 2 definiert und entspricht im Wesentlichen der axialen Erstreckung des Nockenrotors 4.

30

Der Nockenrotor 4 weist ein radial innenliegendes Nockenprofil 41 auf. Das Nockenprofil 41 ist in drei Kreisbogensegmente 42, die sich radial weiter nach innen

erstrecken, und drei Nockenerhebungen 43, die sich radial weiter nach außen erstrecken, aufgeteilt. Durch die ungerade Anzahl der alternierenden Kreisbogensegmente 42 und Nockenerhebungen 43 sowie einer komplementären Ausformung von gegenüberliegenden Übergangsverläufen, weist das Nockenprofil 41 über den gesamten Rotorumfang stets denselben diametralen Abstand zwischen den Konturflächen des Nockenprofils 41 auf.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform weist der Nockenrotor 4 an den Stirnflächen Ausnehmungen 44 auf, die von linienförmigen Flächen 46 umgeben sind, die sich entlang des Umfangs innerhalb der Statorzähne 45 und entlang des Nockenprofils 41 erstrecken. Somit wird die Reibfläche gegenüber den Wänden der Pumpenkammer 10 verringert. Zudem können sich die Ausnehmungen mit dem geförderten Schmieröl füllen. Bei der Anwendung der Filterpumpe als Ölpumpe dienen diese Ausnehmungen somit als Schmierstofftaschen, die eine Verlustreibung des Nockenrotors 4 weiter reduzieren.

15

Die Kontur der Kreisbogensegmente 42 ist an die Umfangsfläche 24 des Lagerzapfens 2 angepasst, sodass die drei Kreisbogensegmente 42 gemeinsam einen Gleitlagersitz des Nockenrotors 4 auf dem Lagerzapfen 2 bilden. Wie eingangs erwähnt, besteht ein charakteristisches Merkmal dieses Sperrflügelpumpentyps darin, dass das Nockenprofil 41 zugleich die Lagerung des Nockenrotors 4 übernimmt, sodass diese Bauform auf eine Pumpen- bzw. Rotorwelle im herkömmlichen Sinne verzichtet. Die flache Bauhöhe wird somit unter anderem durch den Wegfall einer herkömmlichen Wellenlagerung in axialer Erstreckung des Rotors erzielt.

Die Nockenerhebungen 43 erheben sich von der Umfangsfläche 24 des Lagerzapfens 2 radial nach außen und bilden somit im Rotorkörper radiale Hohlräume zur Umfangsfläche 24 des Lagerzapfens 2. Da der Nockenrotor 4 stirnseitig von den Wandflächen der Pumpenkammer 10 eingegrenzt ist, bilden die radialen Hohlräume der Nockenerhebungen 43 in dem Rotorkörper räumlich abgeschlossene Nockenkammern 40.

30

Wie in Fig. 3 dargestellt ist, ist der Sperrflügel 3 in dem Führungsschlitz 23 diametral zwischen den Flächen des Nockenprofils 41 eingesetzt. Während einer Drehbewegung des Nockenrotors 4 umkreisen die Nockenkammern 40 den Lagerzapfen 2, wobei der Sperrflügel 3 mit abgerundeten Kontaktflächen an den Enden in Gleitkontakt zu dem Nockenprofil 41 steht. Während der Drehbewegung des Nockenrotors 4 passieren
5 die drei Nockenkammern 40 abwechselnd die beiden Enden des Sperrflügels.

An jedem Übergangsverlauf von einer Nockenerhebung 43 einer Nockenkammer 40 auf ein darauffolgendes Kreisbogensegment 42 wird das betreffende Ende des
10 Sperrflügels 3 von dem Nockenprofil 41 bis zur Umfangsfläche 24 des Lagerzapfens 2 in den Führungsschlitz 23 zurückgeschoben, sodass das Kreisbogensegment 24 in der Funktion als Gleitlagersitz des Nockenrotors 4 auf der Umfangsfläche 24 über den Führungsschlitz 23 hinweggleiten kann. Zeitgleich erfolgt diametral ein Übergangsverlauf von einem Kreisbogensegment 42 auf eine Nockenerhebung 43 einer
15 Nockenkammer 40, wobei das andere Ende des Sperrflügels 3 durch dieselbe zuvor genannte Verschiebung in dem Führungsschlitz 23 aus der Umfangsfläche 24 des Lagerzapfens 2 austritt und der Nockenerhebung 43 folgt. Somit ergibt sich im Zusammenspiel der zeitgleichen Übergangsverläufe eine an beiden Enden des Sperrflügels 3 entlang der Kontur des Nockenprofils 41 geführte oszillierende
20 Verschiebungsbewegung des Sperrflügels 3.

Wenn der Sperrflügel 3 in eine Nockenkammer 40 gleitet, wird diese in einen davorliegenden und einen dahinterliegenden Teil abgetrennt. Das Volumen des dahinterliegende Teils der Nockenkammer 40 nimmt mit fortlaufender Drehbewegung
25 zu, wodurch ein Unterdruck erzeugt wird. In der stirnseitigen Wand der Pumpenkammer 10, die durch den Gehäusedeckel 11 gebildet wird, ist innerhalb eines radialen Bereichs der Nockenerhebung 43, in Drehrichtung hinter dem Sperrflügel 3 ein Einlass 12 ausgebildet. Das geförderte Schmieröl, das über einen nicht dargestellten Flanschanschluss an dem Gehäuse einer Verbrennungsmaschine aus dem Förderkreislauf
30 zugeführt wird, strömt bedingt durch den zeitweise erzeugten Unterdruck über den stirnseitigen Einlass 12 im Gehäusedeckel 11 in den zunehmenden Teil der Nockenkammern 40 hinter dem Sperrflügel 3 und füllt diese schließlich auf.

Während die Nockenkammer 40 von dem Sperrflügel 3 entlang der Kontur der Nockenerhebung 43 ausgestrichen wird, nimmt das Volumen des davorliegenden Teils ab, wodurch ein Überdruck erzeugt wird. Innerhalb des radialen Bereichs der Nockenerhebung 43 ist in Drehrichtung vor dem Sperrflügel 3 ein Auslass 13 in der stirnseitigen Wand der Pumpenkammer 10 ausgebildet. Die Füllung des Schmieröls in der Nockenkammer 40 wird in dem vorgelagerten Teil von dem Sperrflügel verdrängt und unter Druck durch den Auslass 13 befördert.

Am gegenüberliegenden Ende des Sperrflügels 3 ist eine spiegelbildliche bzw. punktsymmetrische Anordnung des Einlasses 12 und des Auslasses 13 ausgebildet. In dem Aufbau der dargestellten Ausführungsform mit drei Nockenkammern 40 und einem Sperrflügel 3 ergeben sich somit 6 zeitgleiche Ansaug- und Ausstoßzyklen pro Rotorumdrehung. Aufgrund der alternierend ineinander verlaufenden Zyklen tritt hierbei, über einen gesamten Pumpenausgang betrachtet, eine äußerst geringe Pulsation des Ausgangsdrucks auf.

Die Nockenkammern 40 sind durch Spaltdichtungen abgedichtet. Eine Spaltdichtung am Gleitlagersitz zwischen den Nockenkammern 40 ist über den radialen Abstand zwischen dem Kreisbogensegmenten 42 und der Umfangsfläche 24 eingestellt. Eine weitere Spaltdichtung zwischen den linienförmigen Flächen 46 an den Stirnseiten des Nockenrotors 4 und den gegenüberliegenden Wandoberflächen der Pumpenkammer 10 ist über die axiale Länge des Lagerzapfens eingestellt. Eine weitere Spaltdichtung zwischen den Kontaktflächen des Sperrflügels 3 und der Kontur des Nockenprofils 4 ist über die Länge des Sperrflügels 3 eingestellt.

Die Spaltdichtungen bieten durch Auswahl eines präzise eingestellten Spaltmaßes einen ausreichenden Durchdringungswiderstand gegenüber dem zu fördernden Schmieröl. Für die Filterpumpe in dem vorliegenden Anwendungsbeispiel als Ölpumpe eines Verbrennungsmotors ist ein Pumpendruck von etwa 2 bis 5 bar vorgesehen. Für diesen Druckbereich ist eine Ausführung der Spaltabdichtungen mit einem Spaltmaß von nicht mehr als 30 µm ausreichend

In anderen Anwendungsfällen mit höheren Drücken, wie beispielsweise einer Getriebepumpe mit einem Arbeitsdruck von etwa 20 bar, beträgt das Spaltmaß zwischen 10 μm und 20 μm , und für hydraulische Anwendungen kann ein Spaltmaß von etwa 10 μm zweckmäßig sein.

Das Spaltmaß hängt ferner von der Strecke des Dichtungsspalts, wie z.B. der Länge des Kreisbogensegments 42 ab. Insofern kann das Spaltmaß am Gleitlagersitz in Anbetracht einer ausreichenden Strecke des Dichtungsspalts auf einen abweichenden, bezüglich einer Schmierfilmbildung optimierten, Wert ausgelegt sein.

Das Nockenprofil 41 weist keine tangentialen Übergänge sondern einen Kurvenverlauf mit Splines auf. Die Rundung der Kontaktflächen des Sperrflügels 3 ist auf diesen Kurvenverlauf abgestimmt, sodass eine hertzsche Pressung zwischen diesen verringert ist.

Wie in den Figuren 4A, 4B, 5 und 6 zu sehen ist, weisen die hohlzylindrische Pumpenkammer 10 und der Lagerzapfen 2 in axialer Erstreckung dieselbe Länge auf. Ebenso weist der Rotor 4 in axialer Erstreckung im Wesentlichen, d.h. bis auf das beidseitige Spaltmaß der Spaltabdichtungen, dasselbe Maß auf. Somit grenzen die Stirnwände der hohlzylindrischen Pumpenkammer 10 die rotierenden Nockenkammern 40 in den Nockenkurven 43 beidseitig des Rotors 4 ein.

Die Figuren 4A und 4B zeigen eine erste Ausführungsform der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe mit einem Filterelement 6A der handelsüblichen Normbezeichnungen H-Typ, HU-Typ zur Filterung eines Hauptstroms in einem Ölkreislauf, wie beispielsweise in einem Verbrennungsmotor. Prinzipiell ist diese Ausführungsform ebenso mit einem Filterelement vom PF-Typ zur Filterung eines Nebenstroms, oder, für hydraulische Anwendungen mit höherem Druckbereich, mit einem HD-Typ kombinierbar. Ein solches Filterelement 6A weist keine Ummantelung auf und besteht lediglich aus einem sterngefalteten papier- oder vliesähnlichen Filtermedium 60 in hohlzylindrischer Form, das zwischen zwei Endscheiben eingefasst

ist. Das Filtermedium 60 wird von außen nach innen durchströmt, wobei die radial außenliegende Seite als Rohseite 62 und die radial innenliegende Seite als Reinseite 63 bezeichnet wird.

5 Die erste Ausführungsform weist eine Filterkammer 16 auf, die zu der Seite, die der Pumpenkammer 10 gegenüberliegt, als verlängerte Erstreckung des zylindrischen Gehäusezylinders 1a über den Gehäuseboden 1b hinaus ausgebildet ist. Ein Filterdeckel 18 mit einem innenliegenden Zapfen 71 wird mittels eines Gewindes in die Filterkammer 16 eingeschraubt, um diese zu verschließen. An der Außenseite des Filterdeckels 18 ist
10 ein Vorsprung in Form eines Sechskants oder einer sonstigen Form zum Ansetzen eines Werkzeugs wie einem Gabelschlüssel bzw. einer Knarre ausgebildet.

In dem Bereich, an dem der Kanal 7 aus dem Gehäuseboden 1b austritt, erstreckt sich ein rohrförmiger Stumpf als Fortsatz 17 des Kanals 7. Der Durchmesser ist auf den
15 Innendurchmesser der Reinseite 63 eines bestimmten Typs des Filterelements 6A abgestimmt. Um den Fortsatz 17 herum sind ein Federteller 72 und eine Druckfeder 73 zum Gehäuseboden 1b hin angeordnet. Ferner treten zwei Auslässe 13 von der Pumpenkammer 10 durch den Gehäuseboden 1b hindurch in die Filterkammer 16 ein.

20 Zum Einsetzen des Filterelements 6A wird dieses in die Filterkammer 16 geschoben, wobei der Federteller 71 gegen die Druckfeder 73 vorgespannt wird. Eine zentrale Rücklauföffnung 64 einer Endscheibe des Filterelements 6A umschließt den Fortsatz 17, sodass der Innenraum der Reinseite 63 des Filtermediums 60 mit dem Kanal 7 in Verbindung steht. Danach wird der Filterdeckel 18 in die Filterkammer
25 eingeschraubt, wobei der Zapfen 71 die Rücklauföffnung 64 der gegenüberliegenden Endscheibe des Filterelements 6A durchgreift. Dadurch wird der Innenraum der Reinseite 63 des Filtermediums 60 zu dem radial außenliegenden Abschnitt der Filterkammer auf der Rohseite 62 abgedichtet.

30 Wie in Fig. 4A anhand der Pfeile dargestellt ist, wird das Schmieröl durch die Einlässe 12 in dem Gehäusedeckel 11 in die Nockenkammern 40 des drehenden Rotors 4 angesaugt.

In Fig. 4B ist durch Pfeile dargestellt, dass das durch die Nockenkammern 40 geförderte Schmieröl durch die Auslässe 13 in die Filterkammer 16 ausgestoßen wird und in einen umgebenden Mantelbereich zwischen dem Gehäusezylinder 1a und dem Filterelement 6A gelangt. Dabei strömt das Schmieröl die Rohseite 62 des Filtermediums 60 an und durchströmt selbiges radial nach innen gerichtet durch die Lamellen des sterngefalteten Filtermediums 60. Nach einem Durchtritt aus der Reinseite 63 strömt das gefilterte Schmieröl in Richtung der Rücklauföffnung 64 an dem Kanal 7 zentral durch das Pumpengehäuse 1 und den Lagerzapfen 2 zurück zum Förderkreislauf in dem nicht dargestellten Verbrennungsmotor.

Fig. 5 zeigt eine zweite Ausführungsform der elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe mit einem als Filterpatrone 6B ausgebildeten Wechselfilter der handelsüblichen Normbezeichnungen W-Typ zur Filterung eines Hauptstroms in einem Ölkreislauf wie beispielsweise in einem Verbrennungsmotor. Ferner kann die zweite Ausführungsform ebenso für Anwendungen in höheren Druckbereichen mit einem Wechselfilter vom WD- oder WH-Typ kombiniert werden. Eine solche Filterpatrone 6B weist ebenfalls ein sterngefaltetes papier- oder vliesähnliches Filtermedium 60 wie das Filterelement 6A in der ersten Ausführungsform auf. Zudem weist die Filterpatrone 6B insbesondere eine eigene Ummantelung 61 mit einer stirnseitigen Flanschwand 65 auf. In der Flanschwand 65 sind Einlassöffnungen 66 und eine zentrale Rücklauföffnung 64 mit einem Innengewinde ausgebildet.

Die zweite Ausführungsform weist anstelle der Pumpenkammer 16 einen Kragen 19 auf, der von der Stirnseite des Gehäusebodens 1b hervorsteht. Der Fortsatz 17 weist ein Außengewinde 70 auf, das auf das Innengewinde der Rücklauföffnung 64 eines bestimmten Typs der Filterpatrone 6B abgestimmt ist. Zur Montage der Filterpatrone 6B wird diese lediglich mittels der Schraubverbindung auf den Fortsatz 17 aufgeschraubt.

Konzentrisch um den Fortsatz 17 begrenzt der Kragen 19 einen ringförmigen Hohlraum zwischen dem Gehäuseboden 1b und der Flanschwand 65 der Filterpatrone 6B. Im Bereich des Kragens 19 ist zusätzlich ein Dichtungsring 67 zur Abdichtung des

ringförmigen Hohlraums vorgesehen. Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform, bei welcher das Filterelement 6A durch einen Mantelbereich in der Filterkammer 16 angeströmt wird, fließt das Öl bei der zweiten Ausführungsform zunächst in dem ringförmigen Hohlraum innerhalb des Kragens 19 von den beiden Auslässen 13 des Pumpengehäuses 1 zu den Einlassöffnungen 66 in der Flanschwand 65 der Filterpatrone 6B. Nach Eintritt in die Filterpatrone 6B strömt das Öl die Rohseite 62 des Filtermediums 60 innerhalb der Ummantelung 61 der Filterpatrone 6B an. Wie der Figur 5 zu entnehmen ist, verläuft der übrige Strömungsverlauf vergleichbar wie in der beschriebenen ersten Ausführungsform.

10

Die erfindungsgemäße Filterpumpe kann anstatt mit einem geschlossenen Förderkreislauf ebenso mit einer Fördertrecke wie einer Kraftstoffleitung, die sich von einem Tank zu einer Einspritzanlage erstreckt, verbunden sein. Im Falle einer Anwendung zur Förderung und Filterung eines Kraftstoffs kann die Filterpumpe der ersten Ausführungsform mit einem Filterelement 6A der handelsüblichen Normbezeichnung P-Typ oder einem BFU-Typ zur Vorfilterung kombiniert werden. Die Filterpumpe der zweiten Ausführungsform kann in diesem Fall mit einer Filterpatrone 6B vom WK-Typ, oder bei höheren Betriebsdrücken mit einem WDK-Typ kombiniert werden.

20

Fig. 6 zeigt eine Schaltung eines Regelungssystems, durch welches die erfindungsgemäße Filterpumpe bzw. die elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe angesteuert werden kann. Ein Drucksensor 9 ist in einer nicht dargestellten Ölkulisse bzw. eines Eingangsbereichs des Förderkreislaufs in der Verbrennungsmaschine angeordnet und erfasst einen Druck des geförderten Schmieröls, das durch den Rücklauf aus dem Kanal 7 der Filterpumpe zurück in den Förderkreislauf gespeist wird. Der Druck, der von dem Drucksensor 9 erfasst wird, wird an eine Ansteuervorrichtung 8 des elektrischen Pumpenantriebs ausgegeben. In dem vorliegenden Fall eines Systems mit Verbrennungsmaschine, ist die Ansteuervorrichtung 8 in einem Motorsteuergerät des Verbrennungsmotors integriert. Durch die Implementierung einer geeigneten Regelungsfunktion in der Ansteuervorrichtung können die Statorspulen derart angesteuert werden, dass der resultierende Drehmomentverlauf

30

innerhalb einer Rotorumdrehung einen zyklisch pulsierenden Verlauf des Ausgangsdrucks der Pumpe, der durch das Prinzip einer Verdrängerpumpe mit diskreten Kammern bedingt ist, kompensiert wird.

5 Die funktionalen Pumpenbauteile, wie insbesondere der Nockenrotor 4 und der Lagerzapfen 2 sind als Sinterteile pulvermetallurgisch gefertigt. Die Sinterteile werden anschließend gehärtet und gefräst. Der Führungsspalt 23 des Lagerzapfens 2 sowie die Maße und Flächen, an denen die Spaltdichtungen vorgesehen sind, d.h. insbesondere das axiale Längenmaß und der Durchmesser des Lagerzapfens 2, die linienförmigen Flächen
10 46 und die Kontur des Nockenprofils, werden anschließend auf Maß geschliffen. Dieses Herstellungsverfahren ermöglicht eine maßhaltige Fertigung und stellt eine geeignete Ausgangsbasis zur Umsetzung von präzise eingestellten Spaltdichtungen dar. Ferner weisen die gehärteten Sinterteile eine hohe Verschleißfestigkeit und, bei entsprechender Oberflächenpolitur, eine geringe Verlustreibung an den Kontaktflächen auf.

15

Da an den Spaltdichtungen eine geringe Leckage auftritt, weisen die dargestellten Ausführungsformen den Aufbau eines Nassläufers auf. Durch einen Spalttopf zwischen dem Nockenrotor 4 und dem Stator 5, der den Stator 5 zum radial äußeren Bereich des Pumpengehäuses 1 einschließt, kann der Aufbau der dargestellten Ausführungsformen
20 jedoch ebenso als Trockenläufer realisiert werden.

In einer alternativen Variante kann der Nockenrotor 4 aus einem weichmagnetischen gestapelten Blechpaket gebildet werden. Anderenfalls kann der Nockenrotor 4 nicht aus weichmagnetischem Material bestehen und am Außenumfang
25 mit Permanentmagnetkörpern bestückt sein.

Ferner können je nach Anwendungsgebiet und Eigenschaften des zu fördernden Mediums (z.B. korrosive Medien) einzelne Bauteile auch aus keramischen Werkstoffen gefertigt sein.

30

Für eine Anwendung mit einem Ölfiltertyp wie einem Wechselfilter vom WP-Typ, in dem der geförderte Ölstrom in einen Hauptstrom und einen Nebenstrom getrennt wird,

kann der Kanal 7 eine Partitionierung zur getrennten Rückführung der beiden Ströme aufweisen, die mittels einer im Querschnitt des Kanals 7 verlaufenden Trennwand ausgebildet ist.

- 5 Außerdem ist die Bauform nicht auf einen Führungsschlitz begrenzt, sondern kann zwei oder drei Führungsschlitze 23 mit jeweils zweigeteiltem Sperrflügel 3 aufweisen. Ebenso kann der Nockenrotor 4 fünf oder sieben Nockenkammern 40 bilden. Darüber hinaus kann der Nockenrotor 4 eine gerade Anzahl an Nockenkammern 40 aufweisen, wenn sich die Sperrflügel 3 nicht diametral erstrecken, sondern kürzer ausgebildet und
10 federnd gelagert sind.

Ansprüche

1. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe mit einem Flüssigkeitsfilter (6A,
5 6B) und einer elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zum Fördern eines flüssigen Mediums in einem Förderkreislauf oder wenigstens einer Förderstrecke, aufweisend:

ein Pumpengehäuse (1, 11) mit einer hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) und
10 wenigstens einem Einlass (12) und wenigstens einem Auslass (13), die jeweils an einer Stirnseite der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) ausgebildet sind;

einen zylindrischen Lagerzapfen (2), der sich konzentrisch zur Mittelachse der
hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) über deren axiale Länge erstreckt, und
15 wenigstens einen entlang zumindest eines Teils des Durchmessers des Lagerzapfens (2) verlaufenden Führungsschlitz (23) aufweist, in dem wenigstens ein Sperrflügel (3) in dessen Längsrichtung verschieblich aufgenommen ist;

einen Rotor (4), der konzentrisch zur Mittelachse der hohlzylindrischen
20 Pumpenkammer (10) angeordnet ist und sich über deren axiale Länge erstreckt, mit einem innenliegenden Nockenprofil (41), wobei das Nockenprofil (41) radial nach innen gerichtete Kreisbogensegmente (42) aufweist, durch die der Rotor (4) auf einer Umfangsfläche (24) des zylindrischen Lagerzapfens (2) um diesen herum drehbar gelagert ist, und radial nach außen gerichtete Nockenkurven (43) aufweist,
25 die sich von der Umfangsfläche (24) erheben und Nockenkammern (40) zwischen den Stirnflächen der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) bilden;

einen konzentrisch in der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) angeordneten
Stator (5) mit Statorspulen (50), der den Rotor (4) umgibt; wobei

30

ein Ende des wenigstens einen Sperrflügels (3) über die axiale Länge der Pumpenkammer (10) mit dem Nockenprofil (41) in Kontakt steht und das Volumen

einer passierenden Nockenammer (40) während einer Drehbewegung des Rotors (4) in einen abnehmenden Teil und einen zunehmenden Teil abtrennt, wodurch das flüssige Medium durch wenigstens einen Einlass (12) und wenigstens einen Auslass (13) beidseitig des einen Endes des einen Sperrflügels (3) gefördert wird;

5

dadurch gekennzeichnet, dass

der wenigstens eine Einlass (12) und der wenigstens eine Auslass (13) an gegenüberliegenden Stirnseiten der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) aus dem Pumpengehäuse (1, 11) austreten; und

sich ein Kanal (7) durch das Pumpengehäuse (1, 11) und den Lagerzapfen (2) hindurch erstreckt, der, auf einer Seite des Pumpengehäuses (1, 11), ein Ende eines Filterkreislaufs, der durch den Flüssigkeitsfilter (6A, 6B) verläuft, und, auf der gegenüberliegenden Seite des Pumpengehäuses (1, 11), ein Ende des Förderkreislaufs oder der Förderstrecke mit einander verbindet; wobei

das andere Ende des Filterkreislaufs und das andere Ende des Förderkreislaufs oder der Förderstrecke jeweils mit einem von dem wenigstens einen Einlass (12) und dem wenigstens einen Auslass (13) verbunden ist.

2. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Filterpumpe nach Anspruch 1, wobei der Flüssigkeitsfilter (6A, 6B) ein radial von außen nach innen durchströmtes Filtermedium (60) mit ringförmigem Querschnitt, einer radial äußeren Rohseite (62) und einer radial inneren Reinseite (63), aufweist, das mit dem Pumpengehäuse (1, 11) stirnseitig fixiert ist, wobei der wenigstens eine Auslass (13) des Pumpengehäuses (1, 11) einen Zulauf aus einem Förderkreislauf zu der Rohseite (62) des Filtermediums (60) bildet, und der Kanal (7) einen Rücklauf der Reinseite (63) des Filtermediums (60) zu einem Förderkreislauf bereitstellt.

30

3. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe zum Fördern eines flüssigen Mediums in einem Förderkreislauf oder einer Förderstrecke, insbesondere

zur Verwendung in einer elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Filterpumpe nach Anspruch 1 oder 2, aufweisend:

5 ein Pumpengehäuse (1, 11) mit einer hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) und wenigstens einem Einlass (12) und wenigstens einem Auslass (13), die jeweils an einer Stirnseite der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) ausgebildet sind;

10 einen zylindrischen Lagerzapfen (2), der sich konzentrisch zur Mittelachse der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) über deren axiale Länge erstreckt, und wenigstens einen diametral im Durchmesser des Lagerzapfens (2) verlaufenden Führungsschlitz (23) aufweist, in dem wenigstens ein Sperrflügel (3) in dessen Längsrichtung verschieblich aufgenommen ist;

15 einen Rotor (4), der konzentrisch zur Mittelachse der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) angeordnet ist und sich über deren axiale Länge erstreckt, mit einem innenliegenden Nockenprofil (41), das Kreisbogensegmente (42) aufweist, durch die der Rotor (4) auf einer Umfangsfläche (24) des zylindrischen Lagerzapfens (2) um diesen herum drehbar gelagert ist, und Nockenkurven (43) aufweist, die sich von der Umfangsfläche (24) erheben und Nockenkammern (40) 20 zwischen den Stirnflächen der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) bilden;

einen konzentrisch in der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) angeordneten Stator (5) mit Statorspulen (50), der den Rotor (4) umgibt; wobei

25 ein Ende des wenigstens einen Sperrflügels (3) über die axiale Länge der Pumpenkammer (10) mit dem Nockenprofil (41) in Kontakt steht und das Volumen einer passierenden Nockenkammer (40) während einer Drehbewegung des Rotors (4) in einen abnehmenden Teil und einen zunehmenden Teil abtrennt, wodurch das flüssige Medium durch wenigstens einen Einlass (12) und wenigstens einen Auslass 30 (13) beidseitig des einen Endes des einen Sperrflügels (3) gefördert wird;

dadurch gekennzeichnet, dass

der wenigstens eine Einlass (12) und der wenigstens eine Auslass (13) an gegenüberliegenden Stirnseiten der hohlzylindrischen Pumpenkammer (10) aus dem Pumpengehäuse (1, 11) austreten; und

5

sich ein Kanal (7) durch das Pumpengehäuse (1, 11) und den Lagerzapfen (2) hindurch erstreckt, durch den Abschnitt des Förderkreislaufs oder der Förderstrecke führbar ist.

10 4. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Kanal (7) einen Fortsatz (17) aufweist, der von dem Pumpengehäuse (1, 11) hervorsteht.

15 5. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach Anspruch 4, wobei der Kanal (7) oder der Fortsatz (17) einen Gewindeabschnitt (70) aufweist.

20 6. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei an dem Pumpengehäuse (1, 11) eine Filterkammer (16) ausgebildet ist, in der ein Flüssigkeitsfilter (6A, 6B) aufnehmbar ist, wobei der wenigstens eine Auslass (13) und der Kanal (7) in die Filterkammer (16) münden, und diese durch einen Filterdeckel (18) abgeschlossen ist.

25 7. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach Anspruch 6, wobei die Filterkammer (16) und der Filterdeckel (18) einen Gewindeabschnitt zur gegenseitigen Fixierung aufweisen.

8. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach Anspruch 6 oder 7, wobei an dem Filterdeckel (18) ein Zapfen (71) ausgebildet ist, der dem Fortsatz (17) des Kanals (7) in der Filterkammer (16) axial entgegensteht.

30

9. Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei ein scheibenförmiger Federteller (72) mit einer Druckfeder (73), die

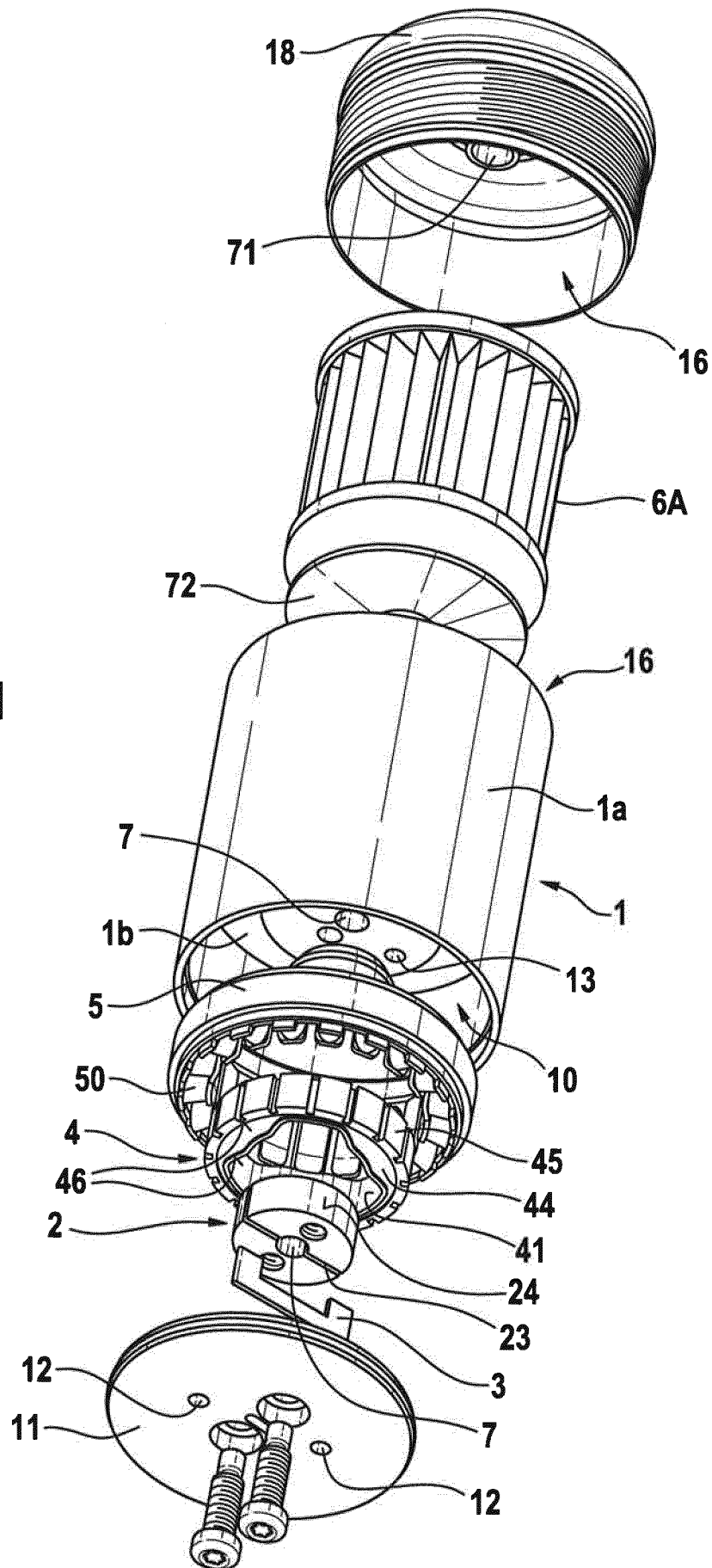
den Federteller (72) gegen das Pumpengehäuse (1, 11) abstützt, in der Filterkammer (16) angeordnet ist.

- 5 **10.** Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, der Rotor (4) aus einem weichmagnetischen Material einteilig ausgebildet ist, und an seinem Außenumfang durch Radialspalte unterteilte Umfangssegmente als Rotorpole (45) aufweist, wobei der Rotor (4) und der Stator (5) einen Reluktanzmotor bilden.
- 10 **11.** Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Lagerzapfen (2) scheibenförmig ausgebildet ist, wobei die axiale Länge des Lagerzapfens (2) die Hälfte oder weniger, vorzugsweise ein Drittel des Durchmessers des Lagerzapfens (2) beträgt.
- 15 **12.** Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Nockenkammern 40 durch Spaltdichtungen abgedichtet sind, die zwischen der Umfangsfläche (24) des Lagerzapfens (2) und den Kreisbogensegmenten (42) des Nockenprofils (41), und/oder stirnseitigen zwischen dem Rotors (4) und axial gegenüberliegenden Oberflächen der Pumpenkammer (10), und/oder Endflächen des Sperrflügels (3) und der fortlaufenden Kontur des Nockenprofils (41) ausgebildet sind.
- 20 **13.** Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei ein Spaltmaß einer Spaltdichtung weniger als 50 μm , vorzugsweise weniger als 40 μm , besonders bevorzugt weniger als 30 μm , und bei einem Förderdruck von mehr als 10 bar vorzugsweise weniger als 20 μm , beträgt.
- 25 **14.** Elektrisch angetriebene Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Lagerzapfen (2) und der Rotor (4) aus einem gehärteten Sinterteil gebildet sind.
- 30

15. System zur Regelung einer elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, ferner aufweisend eine Ansteuervorrichtung (8), die eine Leistungszufuhr zu den einzelnen Statorspulen (50) in Abhängigkeit eines Verhältnisses zwischen einem Drehmoment des Antriebs und einem
5 Drehwinkel des Rotors (4) steuert, und einen Drucksensor (9), der einen Druck ausgangseitig des Kanals (7) in dem Förderkreislauf erfasst, und an die Ansteuervorrichtung (8) ausgibt; wobei
- 10 die Ansteuervorrichtung (8) einen Drehmomentverlauf über eine Rotorumdrehung in Abhängigkeit eines Ausgangsdruckverlaufs über eine Rotorumdrehung regelt.
16. Verfahren zur Herstellung einer elektrisch angetriebenen Flüssigkeits-Verdrängerpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- 15 Sintern von Körpern jeweils für den Lagerzapfen (2) und den Rotor (4),
- Härten der gesinterten Körper, und
- 20 Schleifen der gehärteten Körper jeweils auf das Maß der Abmessungen des Lagerzapfens (2) und des Rotors (4) sowie das Maß der Kontur des Nockenprofils (41).

1 / 7

Fig. 1



2 / 7

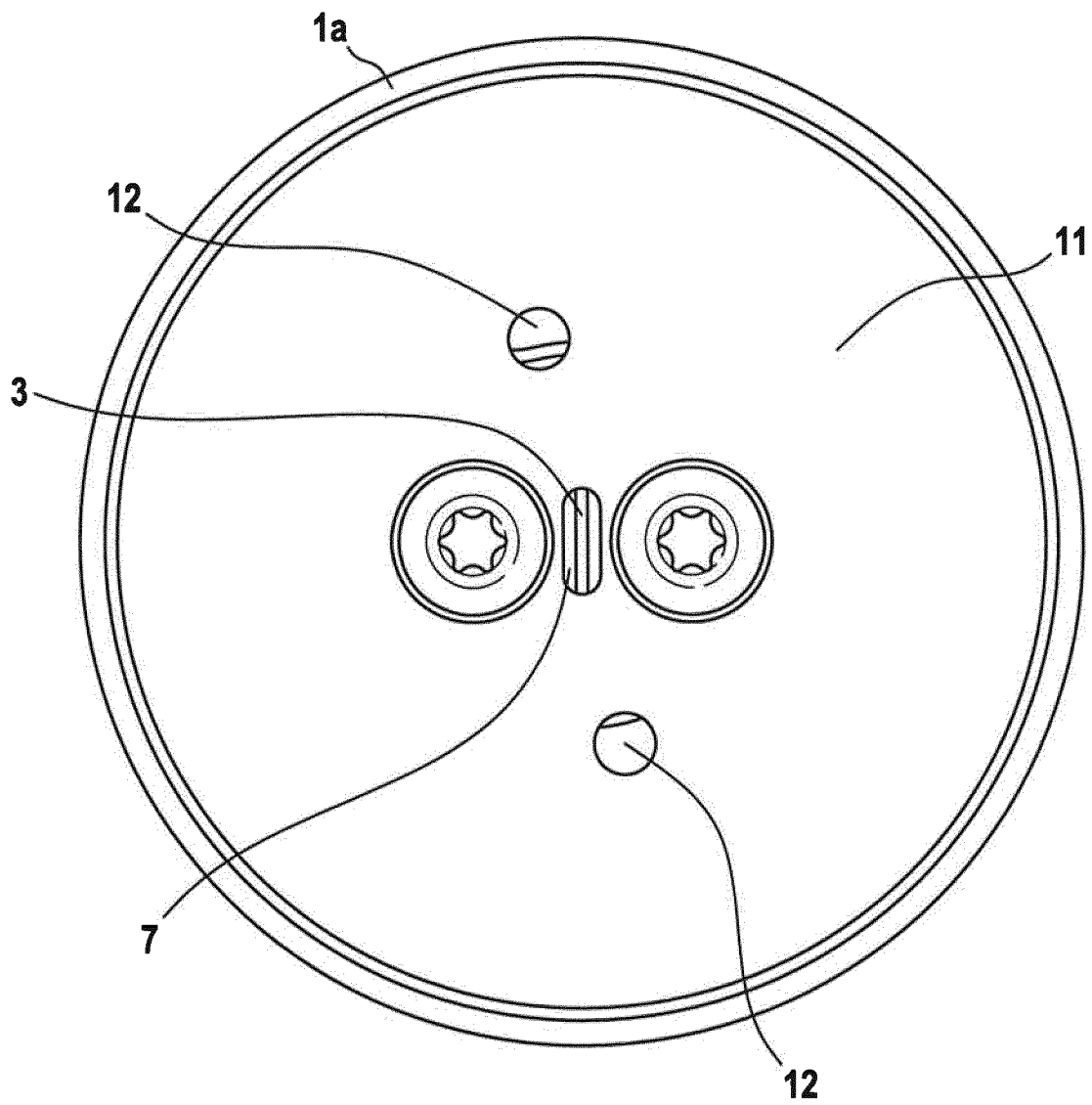


Fig. 2

3 / 7

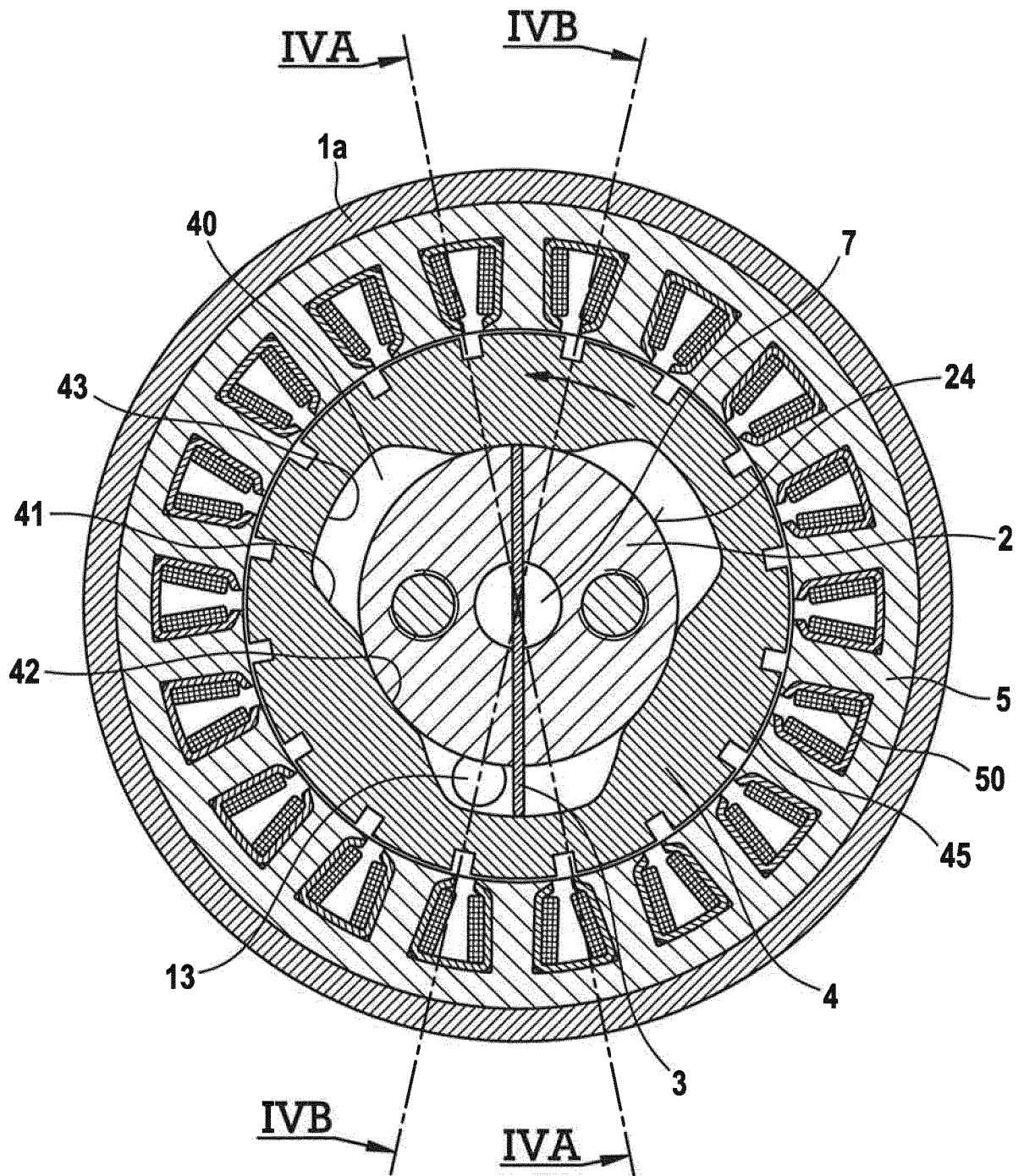


Fig. 3

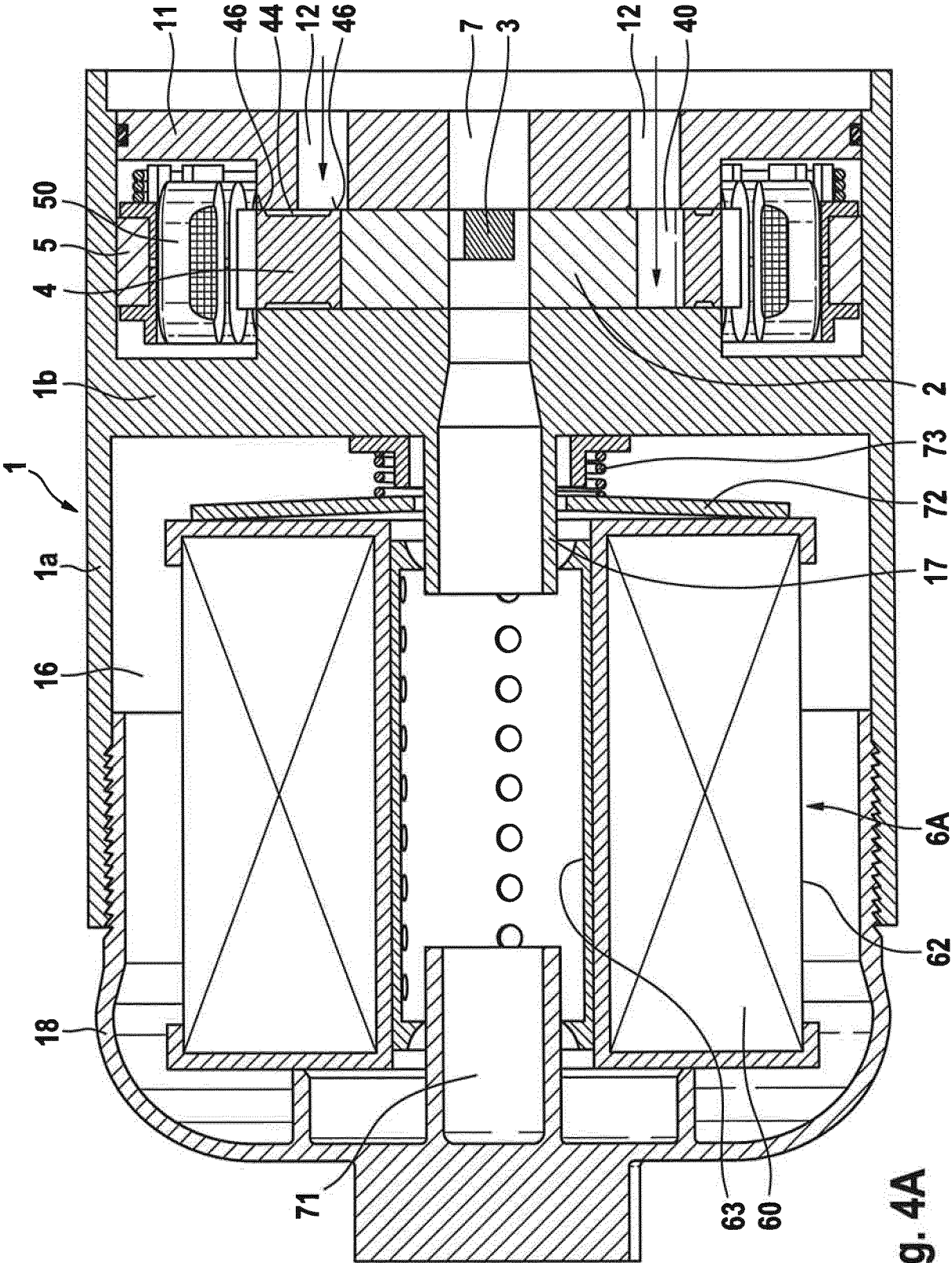


Fig. 4A

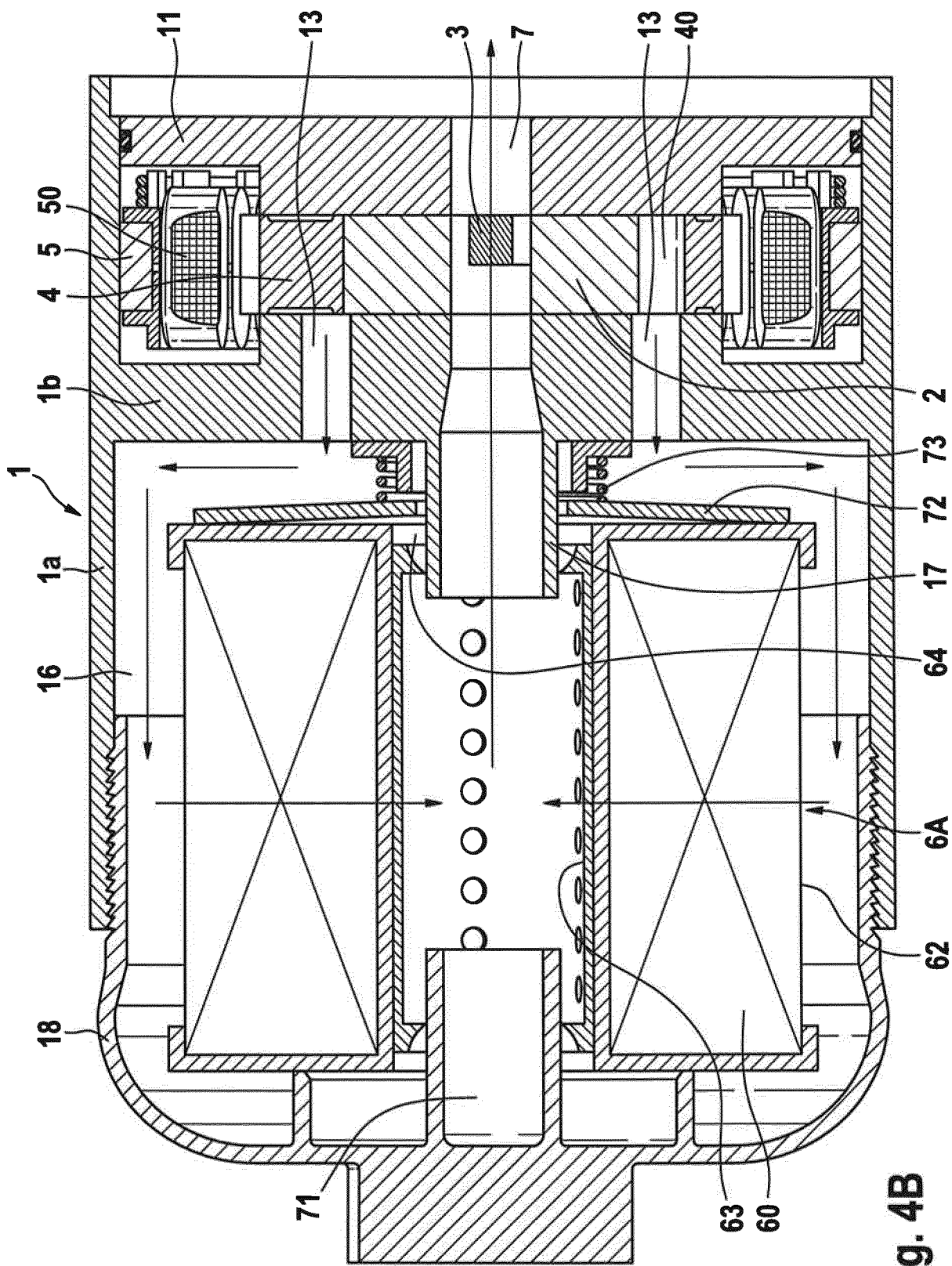
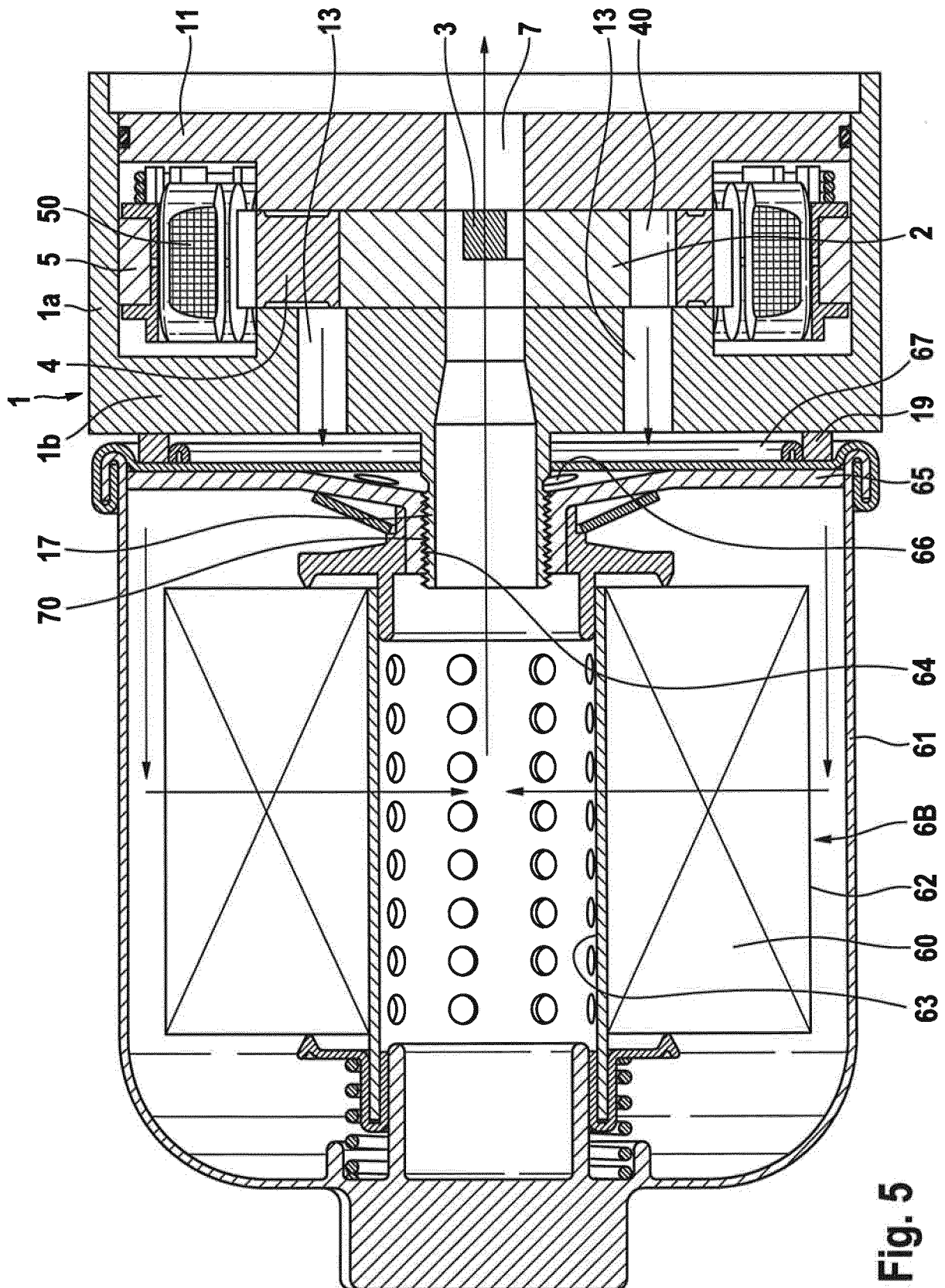


Fig. 4B

6 / 7



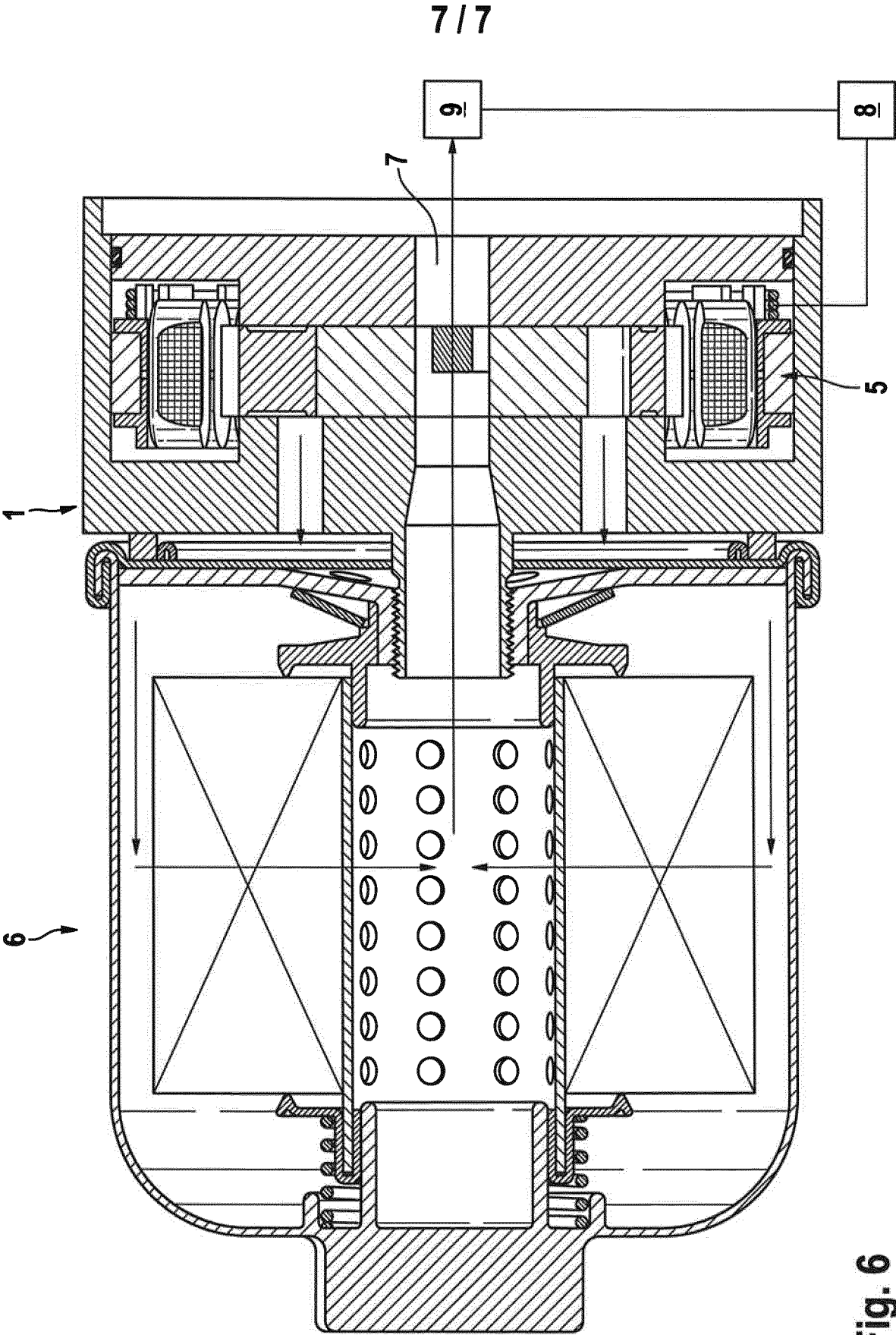


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/062263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01D35/26
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)
F04C B01D

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	US 2008/190870 A1 (SCHOE B R) 14 August 2008 (2008-08-14)	1-6,14
Y	the whole document	7-13,16
Y	DE 195 11 450 A1 (ARGO GMBH FUER FLUIDTECHNIK [DE]) 2 October 1996 (1996-10-02) column 3, line 55 - line 67; figure 1	7,8
Y	US 2012/000841 A1 (ALLOTT MARK T [US] ET AL) 5 January 2012 (2012-01-05) paragraph [0037]; figure 2	9
Y	US 2013/183171 A1 (HWANG KWANGSEON [KR] ET AL) 18 July 2013 (2013-07-18) paragraph [0004]; figure 1	10-13
	-/--	



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 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

19 July 2016

Date of mailing of the international search report

26/07/2016

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

Grilli, Muzio

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/062263

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/206339 A1 (EATON CORP [US]; CHEN YILUN [CN]; CHENG XIAOMENG [CN]) 31 December 2014 (2014-12-31) paragraph [0031] -----	15
Y	DE 10 2013 205442 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2 October 2014 (2014-10-02) paragraph [0017] -----	16
A	WO 2010/034491 A2 (HYDAC FILTERTECHNIK GMBH [DE]; SCHUNK ANDREAS [DE]; HIERY FRANK [DE];) 1 April 2010 (2010-04-01) paragraph [0024] - paragraph [0025]; figure 4 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/062263

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008190870	A1	14-08-2008	AT 478722 T 15-09-2010
		EP 1967245 A1	10-09-2008
		US 2008190870 A1	14-08-2008
DE 19511450	A1	02-10-1996	AT 197911 T 15-12-2000
		CA 2215114 A1	03-10-1996
		DE 19511450 A1	02-10-1996
		DK 0817668 T3	02-01-2001
		EP 0817668 A1	14-01-1998
		TW 300168 B	11-03-1997
		US 5972210 A	26-10-1999
		WO 9630104 A1	03-10-1996
US 2012000841	A1	05-01-2012	AU 2008312041 A1 23-04-2009
		CA 2701441 A1	23-04-2009
		CN 101646478 A	10-02-2010
		CN 201361481 Y	16-12-2009
		DE 202008013578 U1	05-03-2009
		DK 2136901 T3	12-05-2014
		EP 2136901 A1	30-12-2009
		ES 2455018 T3	14-04-2014
		JP 5156098 B2	06-03-2013
		JP 5390687 B2	15-01-2014
		JP 2011502035 A	20-01-2011
		JP 2013063437 A	11-04-2013
		RU 2010119507 A	27-11-2011
		US 2009101595 A1	23-04-2009
		US 2012000056 A1	05-01-2012
		US 2012000841 A1	05-01-2012
		WO 2009051636 A1	23-04-2009
US 2013183171	A1	18-07-2013	CN 103233891 A 07-08-2013
		DE 102012023000 A1	27-06-2013
		GB 2497840 A	26-06-2013
		JP 5643923 B2	24-12-2014
		JP 2013130132 A	04-07-2013
		KR 20130073015 A	02-07-2013
		US 2013183171 A1	18-07-2013
WO 2014206339	A1	31-12-2014	CN 104251201 A 31-12-2014
		EP 3014123 A1	04-05-2016
		WO 2014206339 A1	31-12-2014
DE 102013205442	A1	02-10-2014	CN 105143674 A 09-12-2015
		DE 102013205442 A1	02-10-2014
		EP 2978972 A1	03-02-2016
		JP 2016514787 A	23-05-2016
		US 2016061201 A1	03-03-2016
		WO 2014154388 A1	02-10-2014
WO 2010034491	A2	01-04-2010	CN 102165195 A 24-08-2011
		DE 102008049217 A1	08-04-2010
		EP 2326843 A2	01-06-2011
		JP 5497767 B2	21-05-2014
		JP 2012503736 A	09-02-2012
		KR 20110056559 A	30-05-2011
		US 2011165008 A1	07-07-2011
		WO 2010034491 A2	01-04-2010

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/062263

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01D35/26
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04C B01D

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	US 2008/190870 A1 (SCHOEB R) 14. August 2008 (2008-08-14)	1-6,14
Y	das ganze Dokument	7-13,16
Y	DE 195 11 450 A1 (ARGO GMBH FUER FLUIDTECHNIK [DE]) 2. Oktober 1996 (1996-10-02) Spalte 3, Zeile 55 - Zeile 67; Abbildung 1	7,8
Y	US 2012/000841 A1 (ALLOTT MARK T [US] ET AL) 5. Januar 2012 (2012-01-05) Absatz [0037]; Abbildung 2	9
Y	US 2013/183171 A1 (HWANG KWANGSEON [KR] ET AL) 18. Juli 2013 (2013-07-18) Absatz [0004]; Abbildung 1	10-13
	-/-	

☒ 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" 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

19. Juli 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/07/2016

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

Grilli, Muzio

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2014/206339 A1 (EATON CORP [US]; CHEN YILUN [CN]; CHENG XIAOMENG [CN]) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) Absatz [0031] -----	15
Y	DE 10 2013 205442 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Oktober 2014 (2014-10-02) Absatz [0017] -----	16
A	WO 2010/034491 A2 (HYDAC FILTERTECHNIK GMBH [DE]; SCHUNK ANDREAS [DE]; HIERY FRANK [DE];) 1. April 2010 (2010-04-01) Absatz [0024] - Absatz [0025]; Abbildung 4 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/062263

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008190870	A1	14-08-2008	AT	478722 T		15-09-2010
			EP	1967245 A1		10-09-2008
			US	2008190870 A1		14-08-2008

DE 19511450	A1	02-10-1996	AT	197911 T		15-12-2000
			CA	2215114 A1		03-10-1996
			DE	19511450 A1		02-10-1996
			DK	0817668 T3		02-01-2001
			EP	0817668 A1		14-01-1998
			TW	300168 B		11-03-1997
			US	5972210 A		26-10-1999
			WO	9630104 A1		03-10-1996

US 2012000841	A1	05-01-2012	AU	2008312041 A1		23-04-2009
			CA	2701441 A1		23-04-2009
			CN	101646478 A		10-02-2010
			CN	201361481 Y		16-12-2009
			DE	202008013578 U1		05-03-2009
			DK	2136901 T3		12-05-2014
			EP	2136901 A1		30-12-2009
			ES	2455018 T3		14-04-2014
			JP	5156098 B2		06-03-2013
			JP	5390687 B2		15-01-2014
			JP	2011502035 A		20-01-2011
			JP	2013063437 A		11-04-2013
			RU	2010119507 A		27-11-2011
			US	2009101595 A1		23-04-2009
			US	2012000056 A1		05-01-2012
			US	2012000841 A1		05-01-2012
			WO	2009051636 A1		23-04-2009

US 2013183171	A1	18-07-2013	CN	103233891 A		07-08-2013
			DE	102012023000 A1		27-06-2013
			GB	2497840 A		26-06-2013
			JP	5643923 B2		24-12-2014
			JP	2013130132 A		04-07-2013
			KR	20130073015 A		02-07-2013
			US	2013183171 A1		18-07-2013

WO 2014206339	A1	31-12-2014	CN	104251201 A		31-12-2014
			EP	3014123 A1		04-05-2016
			WO	2014206339 A1		31-12-2014

DE 102013205442	A1	02-10-2014	CN	105143674 A		09-12-2015
			DE	102013205442 A1		02-10-2014
			EP	2978972 A1		03-02-2016
			JP	2016514787 A		23-05-2016
			US	2016061201 A1		03-03-2016
			WO	2014154388 A1		02-10-2014

WO 2010034491	A2	01-04-2010	CN	102165195 A		24-08-2011
			DE	102008049217 A1		08-04-2010
			EP	2326843 A2		01-06-2011
			JP	5497767 B2		21-05-2014
			JP	2012503736 A		09-02-2012
			KR	20110056559 A		30-05-2011
			US	2011165008 A1		07-07-2011
			WO	2010034491 A2		01-04-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/062263

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentdokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der
Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung
