

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 915 257 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.03.2004 Patentblatt 2004/10

(51) Int Cl.7: **F04C 2/063**

(21) Anmeldenummer: **98120444.9**

(22) Anmeldetag: **29.10.1998**

(54) **Hydraulische Verdrängermaschine**

Positive displacement hydraulic machine

Machine hydraulique volumétrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI SE

(30) Priorität: **10.11.1997 DE 19749060**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.05.1999 Patentblatt 1999/19

(73) Patentinhaber:
• **CARL SCHENCK AG**
64293 Darmstadt (DE)
• **BAYER AG**
51368 Leverkusen (DE)

(72) Erfinder:
• **Pohl, Andreas**
64823 Gross-Umstadt (DE)
• **Rosenfeldt, Horst Dr.**
64846 Gross-Zimmern (DE)

• **Wendt, Eckhardt Dr.**
51373 Leverkusen (DE)
• **Büsing, Klaus**
51519 Odenthal (DE)

(74) Vertreter: **Behrens, Helmut, Dipl.-Ing.**
Gross-Gerauer Weg 55
64295 Darmstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 4 003 298

• **GOGODKIN ET AL.: "Applications of the
Electrorheological Effect in Engineering
Practice" FLUID MECHANICS SOVIET
RESEARCH, Bd. 8, Nr. 4, 1979, Seiten 48-61,
XP002134741**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 915 257 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Verdrängermaschine mit einem in einem Gehäuse gelagerten Rotor, der mindestens einen in einer mit elektrorheologischer/magnetorheologischer Flüssigkeit gefüllten Kammer des Gehäuses ragenden Drehkolben aufweist, wobei der Drehkolben mindestens einen Drehkolbenflügel aufweist, mit über den Umfang der beiden Stirnwände verteilten einzeln elektrisch ansteuerbaren Kondensatorplattensegmente und/oder einzeln elektrisch ansteuerbaren Spulenordnungen, wobei durch deren Feldbeaufschlagung und der Beeinflussung der dazwischen befindlichen elektrorheologischen/magnetorheologischen Flüssigkeit gebildeten Trennabschnitte einerseits und durch den mindestens einen Drehkolbenflügel andererseits die Saug- und Druckseite gebildet wird.

[0002] Eine nach dem Verdrängerprinzip arbeitende Flüssigkeitspumpe oder Flüssigkeitsmotor ist aus der DE 40 03 298 bekannt. Diese hydraulische Verdrängermaschine weist einen Rotor auf, der in einem Gehäuse gelagert ist. Ein mit dem Rotor verbundener Flügel läuft in einer Kammer des Gehäuses um. An den Stirnflächen der Kammer sind Kondensatorplattensegmente angeordnet, die einzeln elektrisch ansteuerbar sind. Die Kammer ist mit elektroviskoser Flüssigkeit gefüllt. Durch Anlegen elektrischer Spannung an die Kondensatorplattensegmente wird innerhalb der Kammer eine Absperrung gebildet, so daß zwischen dem Flügel und der Absperrung die Saug- und die Druckseite der Pumpe gebildet wird. Um die Pump- und Saugwirkung aufrechtzuerhalten, läuft die elektrische Erregung der Kondensatorplattensegmente entsprechend der Drehbewegung des Flügels um.

[0003] Elektrorheologische Flüssigkeiten bzw. magnetorheologische Flüssigkeiten sind Flüssigkeiten, bei denen die rheologischen Eigenschaften stufenlos über das elektrische bzw. magnetische Feld steuerbar sind. In der Regel handelt es sich bei elektrorheologischen Flüssigkeiten bzw. magnetorheologischen Flüssigkeiten um Suspensionen, d. h. in einem Trägermedium suspendierte Festpartikel, die über das elektrische bzw. magnetische Feld polarisierbar sind. Durch die Verwendung elektroviskoser Flüssigkeiten bzw. magnetorheologischer Flüssigkeiten ist es möglich geworden, Aktoren ohne bewegte Teile auszuführen bzw. die Anzahl der bewegten Teile erheblich zu verringern. Weiterhin bekannt ist der Einsatz bei Hydraulikventilen, Hydraulikzylindern, Vibratoren, Viskositätskupplungen, Stoßdämpfern oder Motorlagern (Übersichtsartikel "Applications of the electrorheological Effect in Engineering practice", Fluid Mechanics Soviet Research, Vol. 8, No. 4, July-August 1979).

[0004] Energiewandler von elektrorheologischen Flüssigkeitsaktoren besitzen Elektrodenanordnungen, zwischen denen sich die elektrorheologische Flüssigkeit befindet und an welche die elektrische Steuerspannung gelegt wird. Die Wechselwirkung zwischen der

Elektrodenanordnung und der elektrorheologischen Flüssigkeit kann abhängig von der Art der Flüssigkeitsdeformation nach drei grundsätzlichen Moden unterschieden werden, dem Shearmode (Elektroden verschieben sich relativ zueinander in parallelen Ebenen), dem Flowmode (Elektroden sind fest angeordnet, die Flüssigkeit strömt zwischen den Elektroden hindurch) und dem Squeezemode (Elektroden verändern ihren Abstand zueinander). Diese Moden können auch in Kombination auftreten.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine hydraulische Verdrängermaschine der eingangs genannten Gattung derart weiterzubilden, daß bei gleichen baulichen Abmessungen der Verdrängermaschine höhere Drücke, größere Durchflüsse und eine höhere Leistungsdichte realisiert werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens ein Paar einander gegenüberliegender Kondensatorplattensegmente und/oder Spulenordnungen aufeinander zu bewegbar ausgebildet sind.

[0007] Bei dieser erfindungsgemäßen Ausbildung werden zunächst die Kondensatorplattensegmente und/oder Spulenordnungen derart angesteuert, daß sich die elektrorheologische Flüssigkeit in diesem Bereich verfestigt und die Verschiebung der elektrorheologischen Flüssigkeit durch die Drehkolbenflügel im Flow-Mode abgesperrt wird. Bei dieser Verfestigung richten sich die Festpartikel zu Ketten aus. Die verfestigten Stellen verhalten sich wie elastische Festkörper. Zur Erhöhung des Druckes in der Druckmittelkammer sind die Kondensatorplattensegmente aufeinander zu bewegbar ausgebildet. Das Volumen in der Druckmittelkammer wird verkleinert, die elektrorheologische Flüssigkeit wird nun zusätzlich in den Squeeze-Mode übergeführt. Zwischen den sich zu Ketten ausgerichteten Festpartikel wirken nun durch die Verschiebung der Kondensatorplattensegmente elektrostatische Gegenkräfte. Gegenüber dem Flow-Mode kann daher bei einem verfestigten elektrorheologischen Flüssigkeitspfropfen als Absperrung im flow-mode und Squeeze-Mode ein zehnfach höherer Druck aufgebaut werden, bevor der Flüssigkeitspfropfen aufgrund des Druckes weitergeschoben wird.

[0008] Eine weitere Ausgestaltung des Erfindungsgedankens sieht vor, daß der Drehkolben sechs Drehkolbenflügel aufweist, wobei zwischen den Drehkolbenflügeln und der kreisförmigen Gehäusekammer sechs Druckmittlräume gebildet werden, die jeweils mit einer Saug- und einer Druckleitung in Verbindung stehen und wobei jedem Druckmittelraum ein Paar gegenüberliegende Kondensatorplattensegmente zugeordnet sind. Hierdurch können zum einen die Paare von Kondensatorplattensegmente unterschiedlich angesteuert werden, zum anderen die einzelnen Saug- und Druckleitungen der Druckmittlräume in Reihe oder parallel geschaltet werden. Es können unterschiedliche Durchflüsse bzw. Drücke (je nach Schaltung der Druckmittelleitungen) realisiert werden. Somit kann beispielsweise

bei einem niedrigen Druck der maximale Durchfluß erreicht werden (Parallelschaltung), oder auch ein hoher Druck bei einem minimalen Durchfluß (Reihenschaltung). Durch zu- und abschalten der Kondensatorplattensegmente kann der Durchfluß zu einer Impulsdurchflußregelung gesteuert werden.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand weiterer Unteransprüche. Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert, das in der Zeichnung dargestellt ist. Es zeigt:

Fig. 1 Eine hydraulische Verdrängermaschine in einer Ausführung als Flügelpumpe in einem Schnitt längs der Linie I-I in Fig. 2,

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II-II in Fig. 1.

[0010] Die in Fig. 1 dargestellte Verdrängermaschine 1 wird nachstehend bei Pumpenbetrieb erläutert. In einem zylindrischen Gehäuse 2 ist ein Rotor 3 um die Achse A drehbar gelagert. Der Rotor 3 ist mit einem im wesentlichen scheibenförmigen Drehkolben 4 verbunden, der gleichmäßig über den Umfang verteilt radiale Vorsprünge aufweist, die als Drehkolbenflügel 5 wirken. Der Drehkolben 4 läuft bei Rotation des Rotors 3, der vorzugsweise über einen nicht dargestellten Motor angetrieben wird, in einer im zylindrischen Gehäuse 2 ausgebildeten Ringkammer 6 um. Wie in der Fig. 2 ersichtlich, weist die bei dem Ausführungsbeispiel dargestellte Verdrängermaschine 1 sechs Drehkolbenflügel 5 auf. Zwischen dem zylindrischen Gehäuse 2 und Drehkolben 4 werden somit sechs Druckmittlräume 7 gebildet.

[0011] Die Ringkammer ist an ihren einander gegenüberliegenden Stirnwänden 8 jeweils mit sechs streifenförmigen radial sich erstreckenden Kondensatorplattensegmenten 9 versehen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel trägt jede Stirnwand 8 gegeneinander und gegen das Gehäuse elektrisch isolierte Kondensatorplattensegmente 9, die über elektrische Leitungen 10 mit einer elektrischen Steuereinrichtung verbunden sind. Dies ist nur schematisch dargestellt.

[0012] Die Kondensatorplattensegmente 9 sind aufeinander zu bewegbar angeordnet, so daß eine Verringerung des Volumens der Druckmittlräume 7 und somit Erhöhung des Druckes erreicht werden kann. Die Bewegung der Kondensatorplattensegmente 9 wird über schematisch dargestellte Aktoren 20 eingeleitet. Die Bewegung ist durch die Pfeile B angedeutet. Die Aktoren 20 können beispielsweise piezoelektrisch, magnetisch, hydraulisch oder magnetostruktiv ansteuerbar ausgeführt sein. Vorzugsweise wird über die Aktoren eine Schwingbewegung eingeleitet. Die Ansteuerung ist in den Zeichnungen nicht näher dargestellt.

[0013] Eine Saugleitung 11 führt von einem Flüssigkeitsvorratsbehälter durch das Gehäuse 2 zu einer Ringnut 12, aus der ein Kanal 13 im Rotor zu jeweils einer Mündung 14 an der Rückseite jedes Drehkolbenflügels führt. Von der Vorderseite (in Umdrehungsrichtung

gesehen) jedes Drehkolbenflügels führt jeweils ein Kanal 15 durch den Rotor zu einer Ringnut 16, von der eine Flüssigkeitsableitung durch das Gehäuse 2 zu einem Verbraucher führt. Bei dem in den Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Druckmittelleitungen in Reihe geschaltet, wodurch ein maximaler Druck bei einem niedrigen Durchfluß realisiert werden kann.

[0014] In den Druckmittlräumen 7 befindet sich eine elektrorheologische Flüssigkeit. Wenn über die Steuereinrichtung die Paare voneinander gegenüberliegenden Kondensatorplattensegmenten 9 eine elektrische Spannung erhalten, erstarrt die elektrorheologische Flüssigkeit zwischen diesen gegenüberliegenden streifenförmigen Kondensatorplattensegmenten 9, so daß die Druckmittlräume 7 in diesem Umfangsbereich abgedichtet werden. Bei einer Drehung des Drehkolbens 4 und der daran ausgebildeten Drehkolbenflügel 5 in Richtung des Pfeils 17, werden bei einer elektrischen Ansteuerung der Kondensatorplattensegmente 9 jeweils die Druckmittlräume 7 zwischen zwei aufeinanderfolgenden Drehkolbenflügel 5 in zwei voneinander abgedichtete Volumenveränderliche Arbeitskammern unterteilt. Die sich bewegenden Drehkolbenflügel 5 saugen somit an ihren Rückseiten Flüssigkeit aus der Saugleitung 11 an und verdichten an ihren Vorderseiten die Flüssigkeit, die durch die Kanäle 15, die Ringnut 16 und die Flüssigkeitsableitung zum Verbraucher gedrückt wird.

[0015] Gleichzeitig leiten die Aktoren eine Schwingungsbewegung auf die Kondensatorplattensegmente 9 ein, wodurch die elektrorheologische Flüssigkeit zusätzlich in den squeeze mode übergeführt wird.

[0016] Je nach benötigtem Druck können nun Paare von Kondensatorplattensegmente 9 zu bzw. abgeschaltet werden.

[0017] Die Drehkolbenflügel 5 weisen in ihren den Stirnwänden 8 der Ringkammer 6 zugekehrten Flächen 18 hydrostatische Lager 19 auf, deren Lagertaschen jeweils über eine hydraulische Drossel mit der Druckseite verbunden sind. Die hydrostatischen Lager 19 bewirken eine gute hydraulische Zentrierung der Drehkolbenflügel zwischen den beiden Seitenwänden der Ringkammer 6.

[0018] Anstelle der Verwendung einer elektrorheologischen Flüssigkeit kann auch eine magnetorheologische Flüssigkeit oder ein Gemisch beider Flüssigkeiten eingesetzt werden.

[0019] Bei der Verwendung von magnetorheologischen Flüssigkeiten werden anstelle der Kondensatorplattensegmente 9 elektrisch ansteuerbare Spulenordnungen vorgesehen.

55 Patentansprüche

1. Hydraulische Verdrängermaschine mit einem in einem Gehäuse (2) gelagerten Rotor (3), der minde-

stens einen in einer mit elektrorheologischer/magnetorheologischer Flüssigkeit gefüllten Kammer des Gehäuses ragenden Dehkolben (4) aufweist, wobei der Drehkolben mindestens einen Drehkolbenflügel (5) aufweist, mit über den Umfang der beiden Stirnwände verteilten einzeln elektrisch ansteuerbaren Kondensatorplattensegmente (9) und/oder einzeln elektrisch ansteuerbaren Spulenarrangements, wobei durch deren Feldbeaufschlagung und der Beeinflussung der dazwischen befindlichen elektrorheologischen/magnetorheologischen Flüssigkeit gebildeten Trennabschnitte einerseits und durch den mindestens einen Drehkolbenflügel andererseits die Saug- und Druckseite gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Paar einander gegenüberliegende Kondensatorplattensegmente (9) und/oder Spulenarrangements aufeinanderzu bewegbar ausgebildet sind.

2. Hydraulische Verdrängermaschine gemäß Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Drehkolben (4) sechs Drehkolbenflügel (5) aufweist und zwischen den Drehkolbenflügeln (5) und der Ringkammer (6) im Gehäuse (2) sechs Druckmittelräume (7) gebildet werden, die jeweils mit einer Saug- und einer Druckleitung (11,12,13,14,15,16) in Verbindung stehen.

Claims

1. Hydraulic positive-displacement machine having a rotor (3), which is mounted in a housing (2) and comprises at least one rotary piston (4), which projects in a housing chamber filled with electrorheological/ magnetorheological fluid, wherein the rotary piston comprises at least one rotary piston vane (5), having distributed over the periphery of the two end walls individually electrically controllable capacitor plate segments (9) and/or individually electrically controllable coil arrangements, wherein by means of separating portions formed by their field effects and by influencing of the electrorheological/ magnetorheological fluid situated therebetween, on the one hand, and by means of the at least one rotary piston vane, on the other hand, the suction- and pressure side is formed, **characterized in that** at least one pair of mutually opposite capacitor plate segments (9) and/or coil arrangements are designed so as to be movable towards one another.
2. Hydraulic positive-displacement machine according to claim 1, **characterized in that** the rotary piston (4) has six rotary piston vanes (5) and between the rotary piston vanes (5) and the annular chamber (6) in the housing (2) six pressure medium compartments (7) are formed, which communicate in each

case with a suction-and a pressure line (11, 12, 13, 14, 15, 16).

5 Revendications

1. Machine hydraulique de circulation avec un rotor (3) monté dans un carter (2), qui comprend au moins un piston rotatif (4) qui dépasse dans une chambre du carter remplie d'un liquide électrorhéologique/ magnétorhéologique, sachant que le piston rotatif comporte au moins une palette de piston rotatif (5), avec des segments de plaques de condensateur (9), séparément excitables électriquement, distribués sur la périphérie des deux parois frontales et/ou des montages de bobines séparément excitables électriquement, les côtés d'aspiration et de refoulement étant formés par les sections de séparation formées par le champ qu'ils exercent et par l'influence exercée sur liquide électrorhéologique/ magnétorhéologique se trouvant entre elles d'une part, et par la au moins une palette de piston rotatif d'autre part, **caractérisée en ce qu'**au moins une paire de segments de plaques de condensateur (9) et / ou de dispositions de bobines se trouvant l'un (e) en face de l'autre sont configurés de façon à pouvoir se déplacer l'un(e) vers l'autre.
2. Machine hydraulique de circulation selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le piston rotatif (4) comporte six palettes de piston rotatif (5) et **en ce qu'**entre les palettes de piston rotatif (5) et la chambre annulaire (6) dans le carter (2) sont formées six chambres à fluide sous pression (7), qui communiquent chacune avec une conduite d'aspiration et une conduite de refoulement (11, 12, 13, 14, 15, 16).

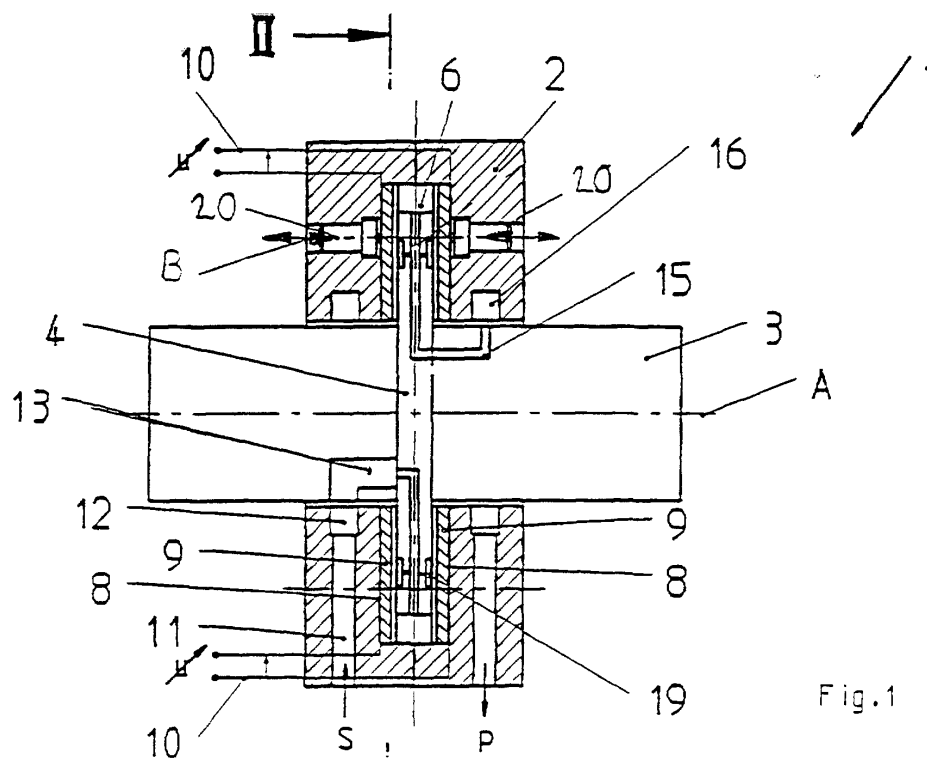


Fig.1

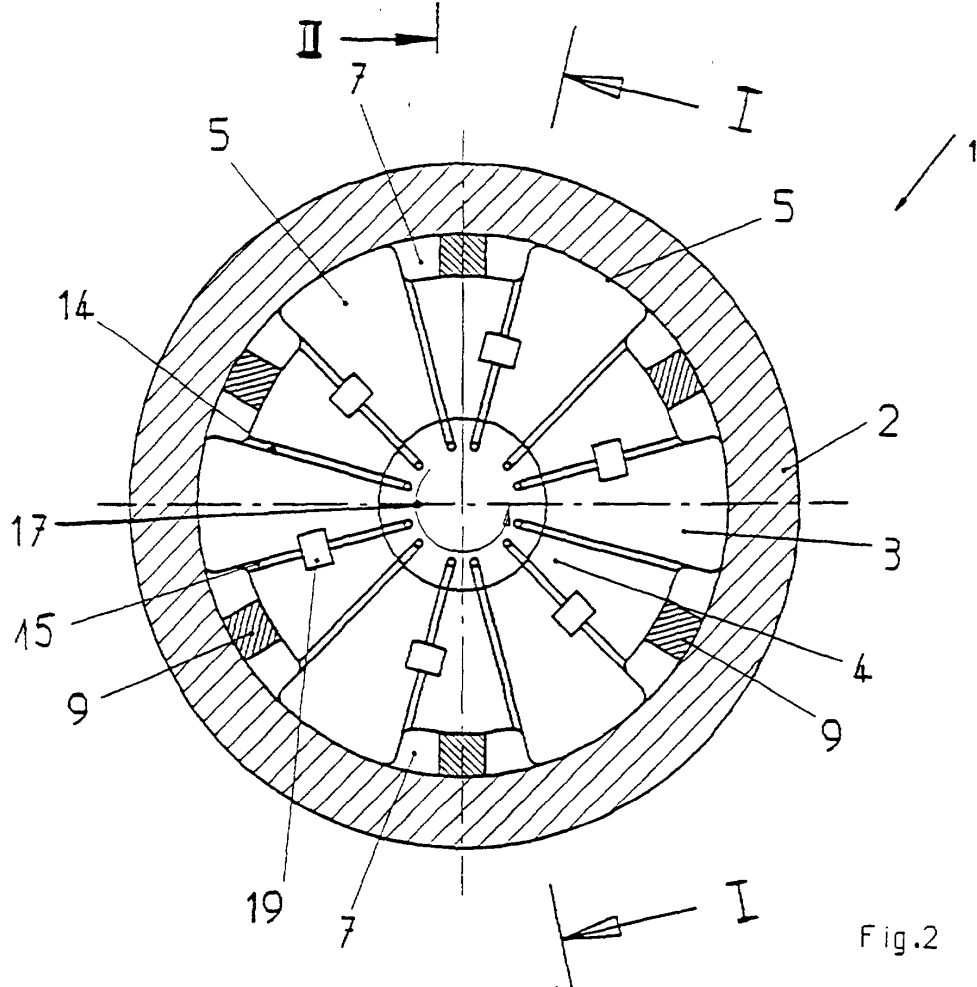


Fig.2