

(19)



(11)

**EP 2 998 580 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.03.2016 Patentblatt 2016/12**

(51) Int Cl.:  
**F04B 1/32** (2006.01) **F03C 1/40** (2006.01)  
**F01B 3/10** (2006.01) **F16H 61/423** (2010.01)  
**F16H 61/433** (2010.01)

(21) Anmeldenummer: **15183235.9**

(22) Anmeldetag: **01.09.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA**

(71) Anmelder: **Linde Hydraulics GmbH & Co. KG**  
**63743 Aschaffenburg (DE)**

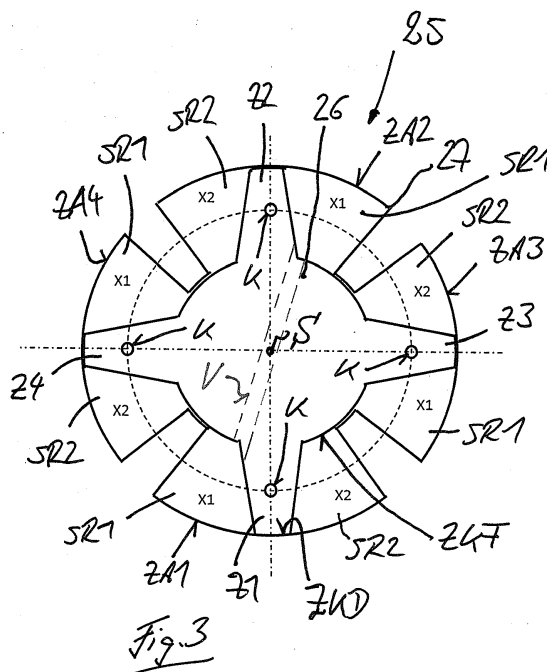
(72) Erfinder: **Thurner, Dr., Joachim**  
**64297 Darmstadt (DE)**

(74) Vertreter: **Geirhos, Johann**  
**Geirhos & Waller Partnerschaft**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Landshuter Allee 14**  
**80637 München (DE)**

(30) Priorität: **22.09.2014 DE 102014113665**

(54) **STELLEINRICHTUNG EINER HYDROSTATISCHEN AXIALKOLBENMASCHINE IN SCHRÄGSCHLEIBENBAUWEISE**

(57) Stelleinrichtung (25) für eine hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise, mit der das Verdrängervolumen der Axialkolbenmaschine durch Verstellen des Schwenkwinkels einer um eine Schwenkachse (S) verschwenkbaren Schrägscheibe der Axialkolbenmaschine einstellbar ist. Die Stelleinrichtung (25) weist einen mit der Schrägscheibe trieblich verbundenen und die Schrägscheibe betätigenden zahnradartigen Rotor (26) auf, der um die Schwenkachse (S) der Schrägscheibe drehbar innerhalb eines hohlrundartigen Stators (27) angeordnet ist, wobei der Rotor (26) zumindest ein Paar von Zähnen (Z1, Z2, Z3, Z4) aufweist, die bezüglich der Schwenkachse (S) gegenüberliegend angeordnet sind, und der Stator (27) für jeden Zahn (Z1, Z2, Z3, Z4) des Rotors (26) mit einer Zahnaufnahme (ZA1, ZA2, ZA3, ZA4) versehen ist, wobei zwischen jedem Zahn (Z1, Z2, Z3, Z4) des Rotors (26) und der zugeordneten Zahnaufnahme (ZA1, ZA2, ZA3, ZA4) des Stators (27) zwei druckbeaufschlagbare Stellräume (SR1, SR2) ausgebildet sind, die jeweils von einer Zahnflanke des Zahnes (Z1, Z2, Z3, Z4) des Rotors (26) und der Zahnaufnahme (ZA1, ZA2, ZA3, ZA4) des Stators (27) gebildet sind.

**EP 2 998 580 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Stelleinrichtung einer hydrostatischen Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise, mit der das Verdrängervolumen der Axialkolbenmaschine durch Verstellen des Schwenkwinkels einer um eine Schwenkachse verschwenkbaren Schrägscheibe der Axialkolbenmaschine einstellbar ist.

**[0002]** Als Verstellmaschinen mit einem veränderbaren Verdrängervolumen ausgebildete hydrostatische Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise weisen eine um eine Schwenkachse schwenkbar angeordnete Schrägscheibe auf, an der sich die Kolben der Axialkolbenmaschine abstützen. Durch Verschwenken der Schrägscheibe um die Schwenkachse und somit durch Verändern des Schwenkwinkels der Schrägscheibe kann das Verdrängervolumen der hydrostatischen Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise verändert werden. Zur Betätigung der Schrägscheibe und somit zum Erzeugen der Schwenkbewegung der Schrägscheibe ist eine Stelleinrichtung vorgesehen. Bekannte Stelleinrichtungen weisen hydraulische Stellkolben auf, die mit der Schrägscheibe zu deren Betätigung verbunden sind und die Schrägscheibe um die Schwenkachse verschwenken. Derartige Axialkolbenmaschine, bei der die Schrägscheibe von Stellkolben der Stelleinrichtung um eine Schwenkachse verschwenkt wird, sind aus der DE 100 27 138 A1 und der DE 196 08 228 B4 bekannt.

**[0003]** Bei derartigen Stelleinrichtungen von hydrostatischen Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise wird die Schrägscheibe von den Stellkolben an ein Gehäuse angepresst, wenn die Stellkolben zur Verstellung der Schrägscheibe mit einem Druck beaufschlagt werden. Durch diese Anpressung der Schrägscheibe ergibt sich eine schlechte Dynamik der Verstellung der Schrägscheibe, insbesondere beim Ausschwenken der Schrägscheibe beginnend ab kleinem Schwenkwinkel der Schrägscheibe.

**[0004]** Die zum Verschwenken der Schrägscheibe erforderlichen Stellkolben sind bei bekannten hydrostatischen Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise entweder innerhalb eines Gehäuses der Axialkolbenmaschine angeordnet oder von Außen an das Gehäuse der Axialkolbenmaschine angebaut. Aufgrund des hohen Bauraumbedarfs der Stellkolben führt jedoch der Anbau der Stellkolben an die Axialkolbenmaschine bzw. der Einbau der Stellkolben in die Axialkolbenmaschine zu Bauraumproblemen. Sofern die Stellkolben für die Verstellung der Schrägscheibe außen an das Gehäuse der Axialkolbenmaschine angebaut werden, erhöhen die Stellkolben die Außenabmessungen der Axialkolbenmaschine. Sofern die Stellkolben für die Verstellung der Schrägscheibe innen in das Gehäuse der Axialkolbenmaschine eingebaut werden, beschränken die Stellkolben die Kanalführung für einen Einlasskanal, über den der Axialkolbenmaschine Druckmittel zugeführt wird, und einen Auslasskanal, über den die Axialkolbenmaschine Druckmittel abführt, in einer Steuerbodenaufnah-

me, in dem der Einlasskanal und der Auslasskanal für das Druckmittel ausgebildet sind.

**[0005]** Weiterhin führen bekannte Stelleinrichtungen mit Stellkolben zur Betätigung der in der Neigung verstellbaren Schrägscheibe zu hohen Herstellkosten der Stellenrichtungen, da die Stellkolben aufgrund der Zylindergehäuse, der Kolben mit Dichtungen und der Anbindung der Kolbenstangen an die Schrägscheibe eine hohe Anzahl von Bauteilen und einen hohen Montageaufwand verursacht.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stelleinrichtung einer hydrostatischen Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, die einen geringen Bauraumbedarf aufweist und hinsichtlich des Bauaufwandes vereinfacht ist.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Stelleinrichtung einen mit der Schrägscheibe trieblich verbundenen und die Schrägscheibe betätigenden zahnradartigen Rotor aufweist, der um die Schwenkachse der Schrägscheibe drehbar innerhalb eines hohlradartigen Stators angeordnet ist, wobei der Rotor zumindest ein Paar von Zähnen aufweist, die bezüglich der Schwenkachse gegenüberliegend angeordnet sind, und der Stator für jeden Zahn des Rotors mit einer Zahnaufnahme versehen ist, wobei zwischen jedem Zahn des Rotors und der zugeordneten Zahnaufnahme des Stators zwei druckbeaufschlagbare Stellräume ausgebildet sind, die jeweils von einer Zahnflanke des Zahnes des Rotors und der Zahnaufnahme des Stators gebildet sind. Bei der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung wird somit die Schrägscheibe von dem zahnradartigen Rotor betätigt und in der Neigung um die Schwenkachse verstellt. Der Rotor weist mindestens ein Paar von zwei Zähnen auf, die in jeweils einer Zahnaufnahme des Stators angeordnet sind und bezüglich der Schwenkachse der Schrägscheibe gegenüberliegend angeordnet sind. Durch einen in dem entsprechenden Stellraum anstehenden Druck steht hierbei an einer Zahnflanke des Zahnes des Rotors ein entsprechender Druck an, der zum Verdrehen des Rotors und somit zum Verschwenken der Schrägscheibe um die Schwenkachse führt. Eine derartige Stelleinrichtung ermöglicht es auf einfache Weise, durch entsprechende Anzahl der Zahnpaare an dem Rotor mehrere in die gleiche Drehrichtung wirkende Stellräume zu schaffen, so dass eine Vielhubigkeit erzielt wird, die zu kompakten Abmessungen der von dem Rotor und dem Stator gebildeten Stelleinrichtung führt. Weiterhin ist bei der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung der zahnradartige, mit den Zähnen versehene Rotor und der hohlradartige, mit den Zahnaufnahmen versehene Stator auf einfache Weise herstellbar. Zudem sind bei der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung durch die Betätigung der Schrägscheibe durch den Rotor keine zusätzlichen Stellkolben erforderlich, wodurch sich der Bauaufwand und der Montageaufwand für die aufwändigen Stellkolben sowie deren Bauraumbedarf in oder an der Axialkolbenmaschine vermeiden lässt.

**[0008]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind jeweils zwei bezüglich der Schwenkachse gegenüberliegend und in die gleiche Drehrichtung des Rotors wirkende Stellräume von demselben Druck beaufschlagbar. Mit einer derartigen rotationssymmetrischen Druckbeaufschlagung der Stellräume an den beiden Zähnen eines Zahnpaars ergeben sich besondere Vorteile, da an dem Rotor durch den in den gegenüberliegenden Stellräumen anstehenden Druck bei der Betätigung der Schrägscheibe ein reines Drehmoment um die Schwenkachse auftritt, so dass störende Kräfte, die die Schrägscheibe an des Gehäuse anpressen, vermieden werden können.

**[0009]** Vorteilhafterweise sind die von demselben Druck beaufschlagbaren Stellräume mittels jeweils eines Verbindungskanals miteinander verbunden. Mit derartigen Verbindungskanälen kann auf einfache Weise sichergestellt werden, dass jeweils zwei bezüglich der Schwenkachse gegenüberliegend und in die gleiche Drehrichtung des Rotors wirkende Stellräume von demselben Druck beaufschlagt sind, so dass sich eine rotationssymmetrische Druckbeaufschlagung der Stellräume ergibt.

**[0010]** Der Verbindungskanal ist gemäß einer zweckmäßigen Ausgestaltungsform der Erfindung in dem Rotor ausgebildet. Die Verbindungskanäle zum Verbinden von zwei bezüglich der Schwenkachse gegenüberliegenden und in die gleiche Drehrichtung des Rotors wirkenden Stellräumen können in dem Rotor auf einfache Weise hergestellt werden.

**[0011]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist von den zwei zwischen einem Zahn des Rotors und der zugeordneten Zahnaufnahme des Stators druckbeaufschlagbaren Stellräumen ein Stellraum mit dem Förderdruck der Axialkolbenmaschine und der andere Stellraum von einem Stelldruck beaufschlagbar ist. Hierdurch kann auf einfache Weise erzielt werden, dass die Schrägscheibe von dem Förderdruck in eine Schwenkrichtung und von dem Stelldruck in die entgegengesetzte Schwenkrichtung verschwenkt wird.

**[0012]** Besondere Vorteile ergeben sich hierbei, wenn von den zwei zwischen einem weiteren Zahn des Rotors und der zugeordneten Zahnaufnahme des Stators druckbeaufschlagbaren Stellräumen ein Stellraum von dem Stelldruck beaufschlagbar ist und der andere Stellraum zu einem Behälter entlastet oder mit einem Speisedruck beaufschlagbar ist. Hierdurch wird erzielt, dass sich eine höhere Anzahl von Stellräumen ergibt, die von dem Stelldruck beaufschlagt sind, als von Stellräumen, die von dem Förderdruck beaufschlagt sind, was sich günstig auf die Höhe des Stelldruckes auswirkt, um eine bestimmte Verstellkraft zu erzeugen.

**[0013]** Zweckmäßigerweise ist hierzu zumindest ein Zahnpaar vorgesehen, an dem jeweils ein Stellraum mit dem Förderdruck der Axialkolbenmaschine und der andere Stellraum von einem Stelldruck beaufschlagbar ist, und zumindest ein Zahnpaar vorgesehen, an dem jeweils ein Stellraum von dem Stelldruck beaufschlagbar ist und

der andere Stellraum zu einem Behälter entlastet oder mit einem Speisedruck beaufschlagbar ist.

**[0014]** Mit besonderem Vorteil beaufschlagen hierbei die von dem Förderdruck der Axialkolbenmaschine beaufschlagbaren Stellräume die Schrägscheibe in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine und die von dem Stelldruck beaufschlagbaren Stellräume die Schrägscheibe in Richtung einer Verringerung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine. Mit einer derartigen Beaufschlagung der Stellräume kann auf einfache Weise eine Verstell-einrichtung für eine einseitig verschwenkbare Axialkolbenmaschine gebildet werden, bei der die Schrägscheibe ausgehend von einer Neutralstellung in eine Schwenkrichtung ausgeschwenkt werden kann.

**[0015]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist zumindest ein von dem Förderdruck der Axialkolbenmaschine beaufschlagbarer Stellraum wahlweise mit einem Speisedruck beaufschlagbar. Durch die wahlweise Beaufschlagung der entsprechenden in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine wirkenden Stellräume von dem Speisedruck wird erzielt, dass die Schrägscheibe durch den in den Stellräumen anstehenden Speisedruck von einer Neutralstellung, beispielsweise einer Stellung mit dem Verdrängervolumen Null, ausschwenken kann, um einen Aufbau des Förderdrucks zu ermöglichen. Die wahlweise Beaufschlagung der in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine wirkenden Stellräume mit dem Speisedruck oder dem Förderdruck kann mittels eines Auswahlventils, beispielsweise eines Wechselventils, erfolgen, das den jeweils höheren Druck (Speisedruck bzw. Förderdruck) in die Stellräume weiterleitet.

**[0016]** Sofern Zähne vorgesehen sind, an denen ein Stellraum von dem Stelldruck beaufschlagbar ist und der andere Stellraum mit einem Speisedruck beaufschlagbar ist, kann die Schrägscheibe durch den in den Stellräumen anstehenden Speisedruck auf einfache Weise von einer Neutralstellung, beispielsweise einer Stellung mit dem Verdrängervolumen Null, ausschwenken, wenn der von dem Speisedruck beaufschlagbare Stellraum die Schrägscheibe in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine beaufschlagt.

**[0017]** Gemäß einer alternativen und vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind von den zwei zwischen einem Zahn des Rotors und der zugeordneten Zahnaufnahme des Stators druckbeaufschlagbaren Stellräumen ein Stellraum mit einem ersten Stelldruck und der andere Stellraum von einem zweiten Stelldruck beaufschlagbar. Hierdurch kann auf einfache Weise erzielt werden, dass die Schrägscheibe von dem ersten Stelldruck in eine Schwenkrichtung und von dem zweiten Stelldruck in die entgegengesetzte Schwenkrichtung verschwenkt wird. Mit einer derartigen Beaufschlagung der Stellräume kann auf einfache Weise eine Verstell-einrichtung für eine beidseitig verschwenkbare Axialkolbenmaschine gebildet werden, bei der die Schrägschei-

be ausgehend von einer Neutralstellung in beide Schwenkrichtungen ausgeschwenkt werden kann.

**[0018]** Besondere Vorteile ergeben sich, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung durch den Rotor eine mechanische Positionsrückmeldung der Stellung der Schrägscheibe an eine Regeleinrichtung der Stelleinrichtung erfolgt. Hierdurch kann auf einfache Weise eine Positionsrückmeldung der Stellung der Schrägscheibe an eine Regeleinrichtung erfolgen, die die Beaufschlagung der Stellräume mit Druck steuert, beispielsweise einen Lageregler, einen Mengenregler oder einer Leistungsregler der Axialkolbenmaschine.

**[0019]** Der Rotor kann für die Zähne der Zahnpaare einen gleichen Zahnkopfkreisdurchmesser und einen gleichen Zahnfußkreisdurchmesser aufweisen.

**[0020]** Alternativ ist es möglich, dass der Rotor für die Zähne der Zahnpaare verschiedene Zahnkopfkreisdurchmesser und/oder verschiedene Zahnfußkreisdurchmesser aufweist. Hierdurch wird es möglich, an den Zähnen verschiedener Zahnpaare unterschiedlich große Zahnflanken und somit unterschiedlich große druckbeaufschlagte Flächen an den Stellräumen zu erzeugen.

**[0021]** Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist der Rotor an jedem Zahn mit einem Ausgleichskanal versehen, der von der Oberseite des Rotors zur Unterseite des Rotors geführt ist. Mit derartigen Ausgleichskanälen im Bereich der Zähne des Rotors wird auf einfache Weise ein Druckausgleich zwischen der Oberseite und der Unterseite des jeweiligen Zahnes erzielt, so dass ein Klemmen des Rotors wirksam vermieden werden kann.

**[0022]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

- Figur 1 eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise in einem Längsschnitt,
- Figur 2 einen Schnitt entlang der Linie A-A der Figur 1 mit einer erfindungsgemäßen Stelleinrichtung in einem Querschnitt,
- Figur 3 einen Schnitt entlang der Linie B-B einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Stelleinrichtung und
- Figur 4 einen Schnitt entlang der Linie B-B einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Stelleinrichtung.

**[0023]** In der Figur 1 ist eine hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 in Schrägscheibenbauweise mit einem verstellbaren Verdrängervolumen und mit einer erfindungsgemäßen Stelleinrichtung dargestellt.

**[0024]** Die Axialkolbenmaschine 1 weist eine um eine Drehachse D drehbar gelagerte Zylindertrommel 2 auf, die mit mehreren konzentrisch zur Drehachse D angeordneten Kolbenausnehmungen 3 versehen ist, die be-

vorzugt von Zylinderbohrungen gebildet sind und in denen jeweils ein Kolben 4 längsverschiebbar gelagert ist.

**[0025]** Die Kolben 4 stützen sich in dem aus der Zylindertrommel 2 herausragenden Bereich mittels jeweils eines Gleitschuhs 5 als Abstützelement auf einer huberzeugenden Laufbahn 6 ab, die von einer Schrägscheibe 7 gebildet ist.

**[0026]** Die Schrägscheibe 7 ist um eine senkrecht zur Drehachse D stehende Schwenkachse S verschwenkbar angeordnet und somit in der Neigung verstellbar, um durch Veränderung des Kolbenhubs der um die Drehachse D umlaufenden Kolben 4 das Verdrängervolumen der Axialkolbenmaschine 1 zu verstellen. Die Schrägscheibe 7 ist hierzu im dargestellten Ausführungsbeispiel von einer Schwenkwiege 8 gebildet, die in einer Schrägscheibenaufnahme 9 eines Gehäuses 10 in der Neigung verstellbar angeordnet ist.

**[0027]** Die Zylindertrommel 2 stützt sich in axialer Richtung an einer Steuerfläche 11 ab. Die Steuerfläche 11 ist mit nierenförmigen Steuerausnehmungen versehen, die die Verbindung eines Einlasskanals 13 und eines Auslasskanals 14 im Gehäuse 10 mit den Kolbenausnehmungen 3 ermöglichen. Die Zylindertrommel 2 ist an jeder Kolbenausnehmungen 3 mit einem Verbindungskanal 12 versehen, mittels dem bei einer Rotation der Zylindertrommel 2 um die Drehachse D die Kolbenausnehmungen 3 abwechselnd mit dem Einlasskanal 13 und dem Auslasskanal 14 in Verbindung gelangen.

**[0028]** Die Steuerfläche 11 ist an einem scheibenförmigen Steuerspiegel 15 ausgebildet, der am Gehäuse 10 oder an einem Gehäusedeckel 10a drehfest befestigt ist, der eine Steuerbodenaufnahme für den Steuerspiegel 15 bildet und mit dem Einlasskanal sowie dem Auslasskanal versehen ist.

**[0029]** Die Zylindertrommel 2 ist von einer zentrischen Bohrung durchsetzt, durch die eine konzentrisch zur Drehachse D angeordnete Triebwelle 16 durch die Zylindertrommel 2 geführt ist. Die Triebwelle 16 ist mittels Lagerungen 17, 18 im Gehäuse 10, 10a drehbar gelagert.

**[0030]** Die Zylindertrommel 2 ist mittels einer Mitnehmerverzahnung 19 mit der Triebwelle 16 drehfest verbunden. Weiterhin dargestellt ist eine Anpressfeder 20, die die Zylindertrommel 2 in axialer Richtung an die Steuerfläche 11 anpresst und abstützt.

**[0031]** Der Aufbau der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung 25 der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 1, mit der das Verdrängervolumen der Axialkolbenmaschine 1 durch Verstellen des Schwenkwinkels der um die Schwenkachse S verschwenkbaren Schrägscheibe 7 einstellbar ist, ist in den Figuren 2 bis 4 näher dargestellt. Die Figuren 3 und 4 zeigen hierbei zwei Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung 25, wobei gleiche Bauteile mit gleichen Bezugsziffern versehen sind.

**[0032]** Die erfindungsgemäße Stelleinrichtung 25 weist - wie aus der Figur 2 ersichtlich ist - einen mit der Schrägscheibe 7 trieblich verbundenen und die Schräg-

scheibe 7 betätigenden zahnradartigen Rotor 26 auf, der um die Schwenkachse S der Schrägscheibe 7 drehbar innerhalb eines hohlrundartigen Stators 27 angeordnet ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Rotor 26 konzentrisch zur Schwenkachse S der Schrägscheibe 7 angeordnet und steht mittels einer Antriebswelle 28 mit der Schrägscheibe 7 zu deren Antrieb in trieblicher Verbindung. Der Stator 27 ist an dem Gehäuse 10 der Axialkolbenmaschine 1 drehfest befestigt oder alternativ von dem Gehäuse 10 gebildet.

**[0033]** Der Rotor 26 weist - wie in Verbindung mit den Figuren 3 und 4 näher ersichtlich ist - zumindest ein Paar von Zähnen Z1-Z6 auf, d.h. ein mindestens ein aus zwei Zähnen bestehendes Zahnpaar auf, wobei die beiden Zähne eines Zahnpaares bezüglich der Schwenkachse S gegenüberliegend angeordnet sind. Der Stator 27 weist für jeden Zahn Z1-Z6 des Rotors 26 eine Zahnaufnahme ZA1-ZA6 auf. Zwischen jedem Zahn Z1-Z6 des Rotors 26 und der zugeordneten Zahnaufnahme ZA1-ZA6 des Stators 27 sind jeweils zwei druckbeaufschlagbare Stellräume SR1, SR2 ausgebildet, die jeweils von einer Zahnflanke des Zahnes Z1-Z6 des Rotors 26 und der Zahnaufnahme ZA1-ZA6 des Stators 27 gebildet sind.

**[0034]** In dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 weist der Rotor 26 zwei Zahnpaare auf, wobei die Zähne Z1, Z2, die gegenüberliegend zur Schwenkachse S angeordnet sind, ein erstes Paar von Zähnen, und die Zähne Z3, Z4, die gegenüberliegend zur Schwenkachse S angeordnet sind, ein zweites Paar von Zähnen bilden.

**[0035]** In dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 weist der Rotor 26 drei Zahnpaare auf, wobei die Zähne Z1, Z2, die gegenüberliegend zur Schwenkachse S angeordnet sind, ein erstes Paar von Zähnen, die Zähne Z3, Z4, die gegenüberliegend zur Schwenkachse S angeordnet sind, ein zweites Paar von Zähnen und die Zähne Z5, Z6, die gegenüberliegend zur Schwenkachse S angeordnet sind, ein drittes Paar von Zähnen bilden.

**[0036]** Bei der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung 25 sind an jedem Zahnpaar jeweils zwei bezüglich der Schwenkachse S gegenüberliegend und in die gleiche Drehrichtung des Rotors 26 wirkende Stellräume SR1 bzw. SR2 von demselben Druck beaufschlagbar. Die von demselben Druck beaufschlagbaren Stellräume SR1, SR2 des entsprechenden Zahnpaares sind mittels jeweils eines Verbindungskanals V miteinander verbunden. Die Verbindungskanäle V sind in den dargestellten Ausführungsbeispielen in dem Rotor 26 ausgebildet. In den Figuren 3 und 4 ist nur ein Verbindungskanal V dargestellt. Es versteht sich, dass weitere Verbindungskanäle vorgesehen werden können, um jeweils von demselben Druck beaufschlagte Stellräume miteinander zu verbinden.

**[0037]** Der Rotor 26 ist weiterhin an jedem Zahn Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6 mit einem Ausgleichskanal K versehen ist, der - wie in der Figur 2 näher dargestellt ist - von der Oberseite des Rotors 26 zur Unterseite des Rotors 26 geführt ist, so dass an den Zähnen jeweils ein Druckaus-

gleich zwischen der Oberseite und der Unterseite des entsprechenden Zahnes erzielt wird.

**[0038]** In dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 sind die Stellräume SR1 zwischen den jeweiligen Zähnen Z1-Z4 des Rotors 26 und den zugeordneten Zahnaufnahme ZA1-ZA4 des Stators 27 jeweils mit einem ersten Stelldruck X1 beaufschlagbar. Die Stellräume SR1 bewirken bei einem in den Stellräumen SR1 anstehenden Stelldruck X1 eine Drehung des Rotors 26 um die Schwenkachse S entgegen dem Uhrzeigersinn. Die Stellräume SR2 zwischen den jeweiligen Zähnen Z1-Z4 des Rotors 26 und den zugeordneten Zahnaufnahme ZA1-ZA4 des Stators 27 sind jeweils mit einem zweiten Stelldruck X2 beaufschlagbar. Die Stellräume SR2 bewirken bei einem in den Stellräumen SR2 anstehenden Stelldruck X2 eine Drehung des Rotors 26 um die Schwenkachse S im Uhrzeigersinn. Die Stelleinrichtung 25 der Figur 3 eignet sich für eine beidseitig verstellbare Axialkolbenmaschine 1 und ermöglicht es, die Schrägscheibe 7 ausgehend von der in der Figur 3 dargestellten Neutralstellung bei einem in den Stellräumen SR1 anstehenden Stelldruck X1 in Richtung einer ersten Schwenkrichtung auszuschnellen und bei einem in den Stellräumen SR2 anstehenden Stelldruck X2 in Richtung einer entgegengesetzten zweiten Schwenkrichtung auszuschnellen.

**[0039]** In dem Ausführungsbeispiel der Figur 4 sind die Stellräume SR1 an den Zähnen Z1, Z2 des ersten Zahnpaars von einem Stelldruck X beaufschlagt und die entgegengesetzt wirkenden Stellräume SR2 an den Zähnen Z1, Z2 des ersten Zahnpaars mit dem Förderdruck P der Axialkolbenmaschine 1 beaufschlagbar.

**[0040]** Die Stellräume SR1 an den Zähnen Z3, Z4 des zweiten Zahnpaars und die Stellräume SR1 an den Zähnen Z5, Z6 des dritten Zahnpaars sind ebenfalls von dem Stelldruck X beaufschlagbar. Die entgegengesetzt wirkenden Stellräume SR2 an den Zähnen Z3, Z4 des zweiten Zahnpaars und die Stellräume SR2 an den Zähnen Z5, Z6 des dritten Zahnpaars sind jeweils zu einem Behälter T entlastet.

**[0041]** In der Figur 4 ist somit das erste Zahnpaar mit den Zähnen Z1, Z2 vorgesehen, an denen jeweils ein Stellraum SR2 mit dem Förderdruck P der Axialkolbenmaschine 1 und der andere Stellraum SR1 von dem Stelldruck X beaufschlagbar ist. In der Figur 4 ist somit weiterhin das zweite Zahnpaar mit den Zähnen Z3, Z4 und das dritte Zahnpaar mit den Zähnen Z5, Z6 vorgesehen, an denen jeweils ein Stellraum SR1 von dem Stelldruck X beaufschlagbar ist und der andere Stellraum SR2 zu dem Behälter T entlastet ist. Bei der Figur 4 ergeben sich somit zwei Stellräume SR2, die von dem Förderdruck P beaufschlagt sind und bei anstehenden Förderdruck eine Drehung des Rotors 26 um die Schwenkachse S im Uhrzeigersinn bewirken, und sechs Stellräume SR1, die von dem Stelldruck X beaufschlagt sind und bei anstehenden Förderdruck eine Drehung des Rotors 26 um die Schwenkachse S entgegen dem Uhrzeigersinn bewirken.

**[0042]** Die Stelleinrichtung 25 der Figur 4 eignet sich

für eine einseitig verstellbare Axialkolbenmaschine 1 und ermöglicht es, die Schrägscheibe 7 ausgehend von einer Neutralstellung bei einem in den Stellräumen SR2 der Zähne Z1, Z2 anstehenden Förderdruck P in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine 1 auszuschwenken und durch den in den Stellräumen SR1 der Zähne Z1-Z6 anstehenden Stelldruck X in Richtung einer Verringerung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine 1 zurückzuschwenken.

**[0043]** Um bei einer Axialkolbenmaschine 1 mit einer Stelleinrichtung 25 gemäß der Figur 4 die Schrägscheibe 7 von einer Neutralstellung mit dem Verdrängervolumen Null in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens verstellen zu können, ist es möglich, die mit dem Förderdruck P beaufschlagbaren Stellräume SR2 wahlweise mit einem Speisedruck zu beaufschlagen. Hierzu können als Wechselventile ausgebildete Auswahlventile vorgesehen sein, die den jeweils höheren Druck (Speisedruck bzw. Förderdruck) in den entsprechenden Stellraum SR2 leiten. Alternativ kann bei der Figur 4 ein Ausschwenken der Schrägscheibe 7 von einer Neutralstellung mit dem Verdrängervolumen Null in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens erzielt werden, wenn einzelne oder alle der Stellräume SR2, die in der Figur 4 zum Behälter T entlastet sind, anstelle der Entlastung zum Behälter T mit einem Speisedruck beaufschlagt sind.

**[0044]** In den Ausführungsbeispielen der Figuren 3 und 4 weist der Rotor 26 für die Zähne Z1-Z6 der verschiedenen Zahnpaare einen gleichen Zahnkopfkreisdurchmesser ZKD und einen gleichen Zahnfußkreisdurchmesser ZKF auf. Es versteht sich, dass der Rotor für die Zähne der verschiedenen Zahnpaare verschiedene Zahnkopfkreisdurchmesser und/oder verschiedene Zahnfußkreisdurchmesser aufweisen kann, so dass sich an den verschiedenen Zahnpaaren Z1-Z2, Z3-Z4, Z5-Z6 unterschiedlich große Zahnflanken und somit unterschiedlich große druckbeaufschlagte Stellflächen ergeben.

**[0045]** Die erfindungsgemäße Stelleinrichtung 25 weist eine Reihe von Vorteilen auf.

**[0046]** Die erfindungsgemäße Stelleinrichtung 25, bei der die Schrägscheibe 7 von dem zahnradartigen Rotor 26 betätigt und somit um die Schwenkachse S verschwenkt wird, weist einen geringen Bauraumbedarf und einen einfachen Aufbau mit wenigen Bauteilen auf. Die kompakten Abmessungen werden insbesondere durch die Anzahl der Zähne Z1-Z6 und die damit verbundenen Vielhubigkeit erzielt. Der einfache Aufbau wird insbesondere durch die einfache konstruktive, zahnradartige Ausführung des Rotors 26 und hohlradartige Ausführung des Stators 27 und somit die zahnradpumpenähnliche Ausführung der Stelleinrichtung 25 erzielt. Die kompakten Abmessungen und der einfache Aufbau der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung 25 wird ebenfalls dadurch erzielt, dass keine separaten und aufwändigen Stellkolben erforderlich sind, um die Schrägscheibe 7 in der Neigung

zu verstellen. Durch den Entfall der Stellkolben ergeben sich weitere Vorteile hinsichtlich der Gestaltung des Einlasskanals 13 und des Auslasskanals 14 im Gehäuse 10 bzw. im Gehäusedeckel 10a sowie Vorteile hinsichtlich einer einfachen und kostengünstigen Montage. Bei der erfindungsgemäßen Stelleinrichtung 25 können durch Variation der Anzahl der Zahnpaare auf einfache Weise und bei kompakten Abmessungen die erforderlichen Stellkräfte zur Betätigung der Schrägscheibe 7 erzielt werden.

**[0047]** Durch die jeweils paarweise und bezüglich der Schwenkachse S gegenüberliegend angeordneten Stellräume SR1, SR2 eines Zahnpaars, die von demselben Druck beaufschlagt sind, ergibt sich bei der Verstellung der Schlagscheibe 7 eine rotationssymmetrische Druckbeaufschlagung, so dass die erfindungsgemäße Stelleinrichtung 25 für die Verstellung der Schrägscheibe 7 ein reines Drehmoment um die Schwenkachse S erzeugt. Störende Kräfte einer Stelleinrichtung, die die Schrägscheibe 7 bei deren Verstellung um die Schwenkachse S in die Schrägscheibenaufnahme 9 des Gehäuses 10 pressen, werden somit vermieden.

## 25 Patentansprüche

1. Stelleinrichtung (25) einer hydrostatischen Axialkolbenmaschine (1) in Schrägscheibenbauweise, mit der das Verdrängervolumen der Axialkolbenmaschine (1) durch Verstellen des Schwenkwinkels einer um eine Schwenkachse (S) verschwenkbaren Schrägscheibe (7) der Axialkolbenmaschine (1) einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stelleinrichtung (25) einen mit der Schrägscheibe (7) trieblich verbundenen und die Schrägscheibe (7) betätigenden zahnradartigen Rotor (26) aufweist, der um die Schwenkachse (S) der Schrägscheibe (7) drehbar innerhalb eines hohlradartigen Stators (27) angeordnet ist, wobei der Rotor (26) zumindest ein Paar von Zähnen (Z1, Z2; Z3, Z4; Z5, Z6) aufweist, die bezüglich der Schwenkachse (S) gegenüberliegend angeordnet sind, und der Stator (27) für jeden Zahn (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6) des Rotors (26) mit einer Zahnaufnahme (ZA1, ZA2, ZA3, ZA4, ZA5, ZA6) versehen ist, wobei zwischen jedem Zahn (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6) des Rotors (26) und der zugeordneten Zahnaufnahme (ZA1, ZA2, ZA3, ZA4, ZA5, ZA6) des Stators (27) zwei druckbeaufschlagbare Stellräume (SR1, SR2) ausgebildet sind, die jeweils von einer Zahnflanke des Zahnes (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6) des Rotors (26) und der Zahnaufnahme (ZA1, ZA2, ZA3, ZA4, ZA5, ZA6) des Stators (27) gebildet sind.
2. Stelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils zwei bezüglich der Schwenkachse (S) gegenüberliegend und in die gleiche Drehrichtung des Rotors (26) wirkende Stellräume (SR1;

SR2) von demselben Druck beaufschlagbar sind.

3. Stelleinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von demselben Druck beaufschlagbaren Stellräume (SR1; SR2) mittels jeweils eines Verbindungskanals (V) miteinander in Verbindung stehen. 5
4. Stelleinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungskanal (V) in dem Rotor (26) ausgebildet ist. 10
5. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den zwei zwischen einem Zahn (Z1, Z2) des Rotors (26) und der zugeordneten Zahnaufnahme (ZA1, ZA2) des Stators (27) druckbeaufschlagbaren Stellräumen (SR1; SR2) ein Stellraum (SR2) mit dem Förderdruck (P) der Axialkolbenmaschine (1) und der andere Stellraum (SR1) von einem Stelldruck (X) beaufschlagbar ist. 15 20
6. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den zwei zwischen einem Zahn (Z3, Z4, Z5, Z6) des Rotors (26) und der zugeordneten Zahnaufnahme (ZA3, ZA4, ZA5, ZA6) des Stators (27) druckbeaufschlagbaren Stellräumen (SR1, SR2) ein Stellraum (SR1) von einem Stelldruck (X) beaufschlagbar ist und der andere Stellraum (SR2) zu einem Behälter (T) entlastet oder mit einem Speisedruck beaufschlagbar ist. 25 30
7. Stelleinrichtung nach Anspruch 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Zahnpaar (Z1, Z2) vorgesehen ist, an denen jeweils ein Stellraum (SR2) mit dem Förderdruck (P) der Axialkolbenmaschine (1) und der andere Stellraum (SR1) von einem Stelldruck (X) beaufschlagbar ist, und zumindest ein Zahnpaar (Z3, Z4; Z5, Z6) vorgesehen, an denen jeweils ein Stellraum (SR1) von dem Stelldruck (X) beaufschlagbar ist und der andere Stellraum (SR2) zu einem Behälter (T) entlastet oder mit einem Speisedruck beaufschlagbar ist. 35 40
8. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von dem Förderdruck (P) der Axialkolbenmaschine (1) beaufschlagbaren Stellräume (SR2) die Schrägscheibe (7) in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine (1) beaufschlagen und die von dem Stelldruck (X) beaufschlagbaren Stellräume (SR1) die Schrägscheibe (7) in Richtung einer Verringerung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine (1) beaufschlagen. 45 50
9. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein von dem Förderdruck (P) der Axialkolbenmaschine (1) 55

beaufschlagbarer Stellraum (SR2) wahlweise mit einem Speisedruck beaufschlagbar ist.

10. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von dem Speisedruck beaufschlagbare Stellraum (SR2) die Schrägscheibe (7) in Richtung einer Erhöhung des Verdrängervolumens der Axialkolbenmaschine (1) beaufschlägt. 5
11. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den zwei zwischen einem Zahn (Z1, Z2, Z3, Z4) des Rotors (26) und der zugeordneten Zahnaufnahme (ZA1, ZA2, ZA3, ZA4) des Stators (26) druckbeaufschlagbaren Stellräumen (SR1, SR2) ein Stellraum (SR1) mit einem ersten Stelldruck (X1) und der andere Stellraum (SR2) von einem zweiten Stelldruck (X2) beaufschlagbar ist. 10
12. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch den Rotor (26) eine mechanische Positionsrückmeldung der Stellung der Schrägscheibe (7) an eine Regeleinrichtung der Stelleinrichtung (25) erfolgt. 15
13. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (26) für die Zähne (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6) einen gleichen Zahnkopfkreisdurchmesser (ZKD) und einen gleichen Zahnfußkreisdurchmesser (ZKF) aufweist. 20
14. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (26) für die Zähne (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6) verschiedene Zahnkopfkreisdurchmesser (ZKD) und/oder verschiedene Zahnfußkreisdurchmesser (ZKF) aufweist. 25
15. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (26) an jedem Zahn (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6) mit einem Ausgleichskanal (K) versehen ist, der von der Oberseite des Rotors (26) zur Unterseite des Rotors (26) geführt ist. 30 35 40 45 50 55

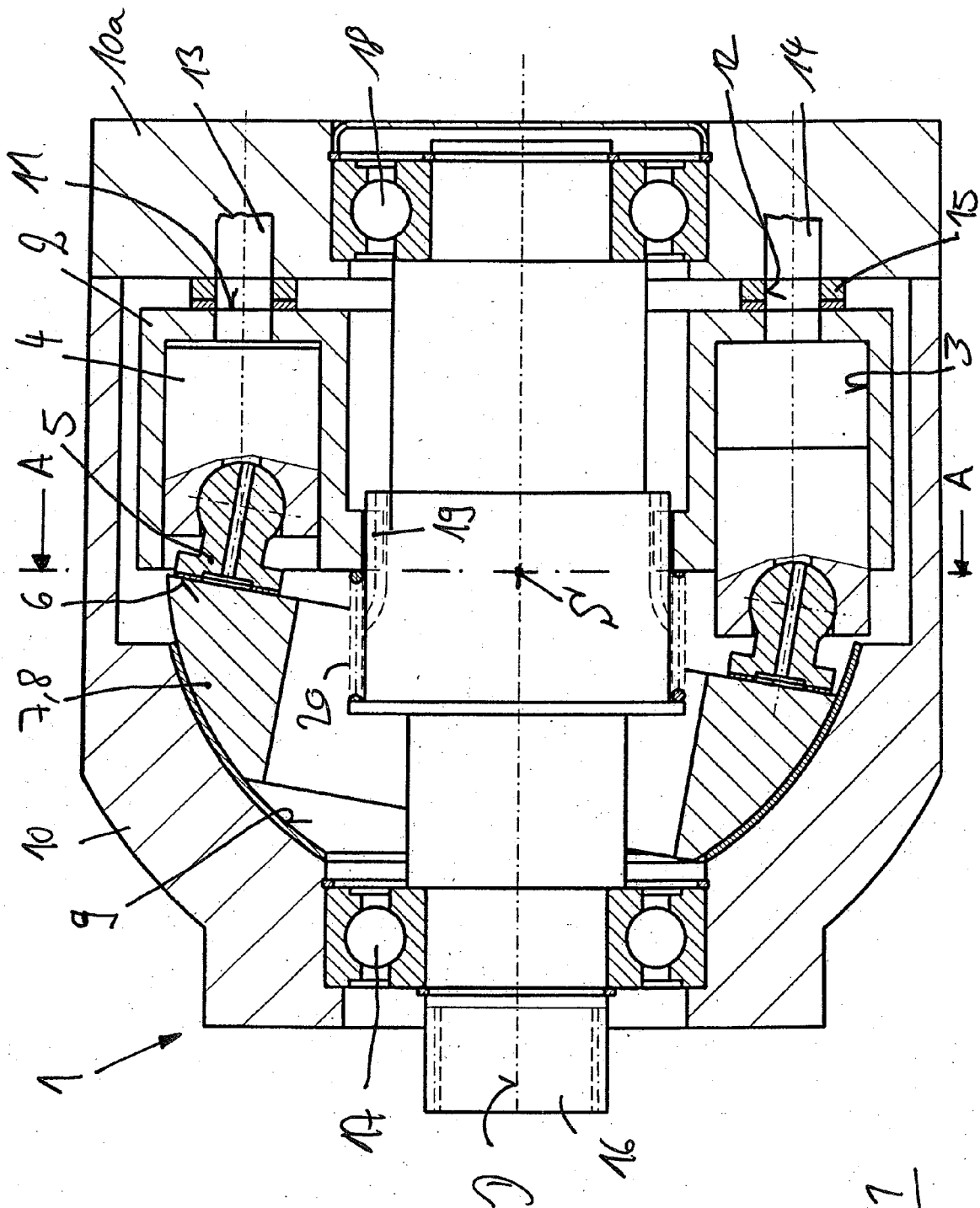


Fig. 7



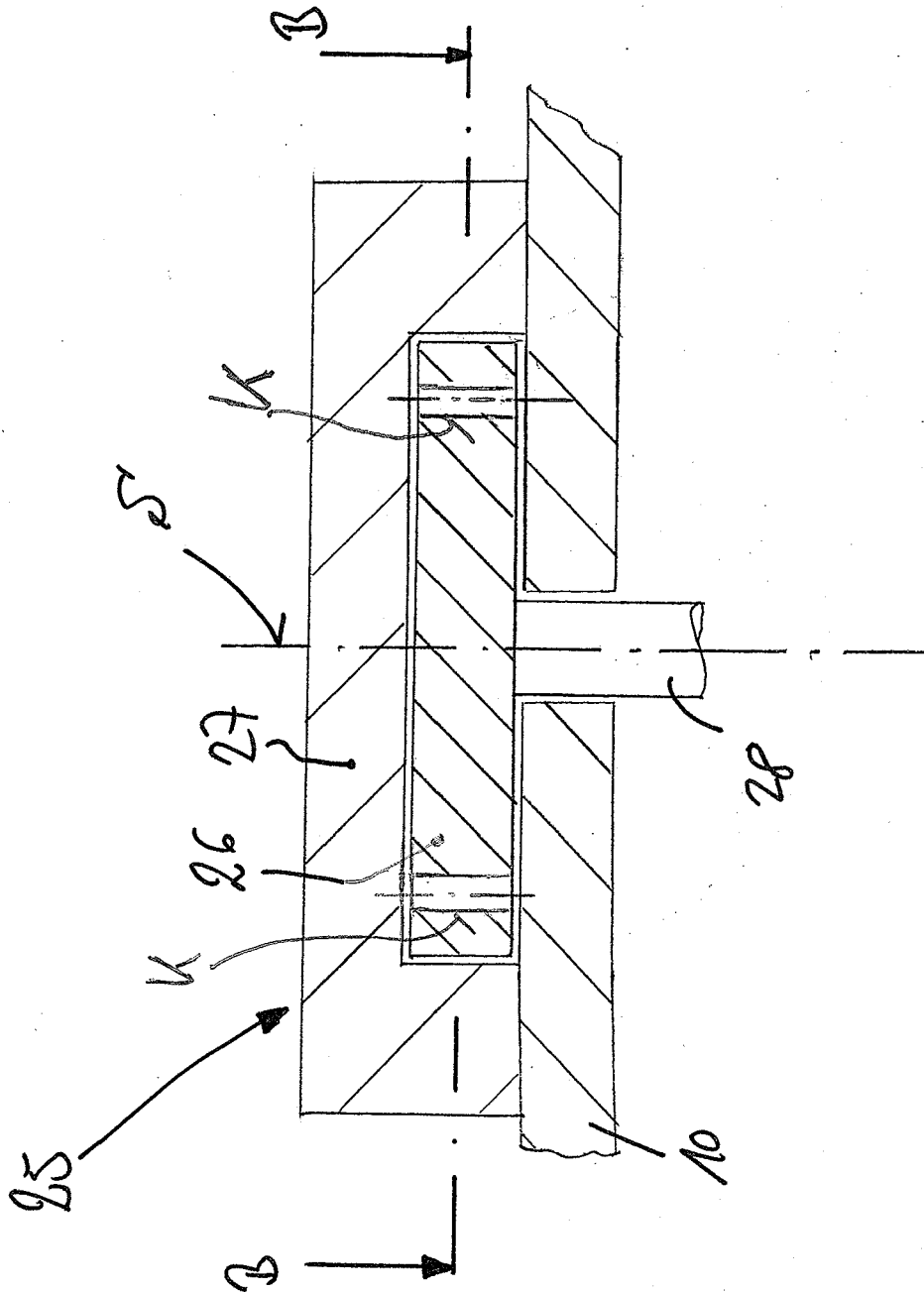
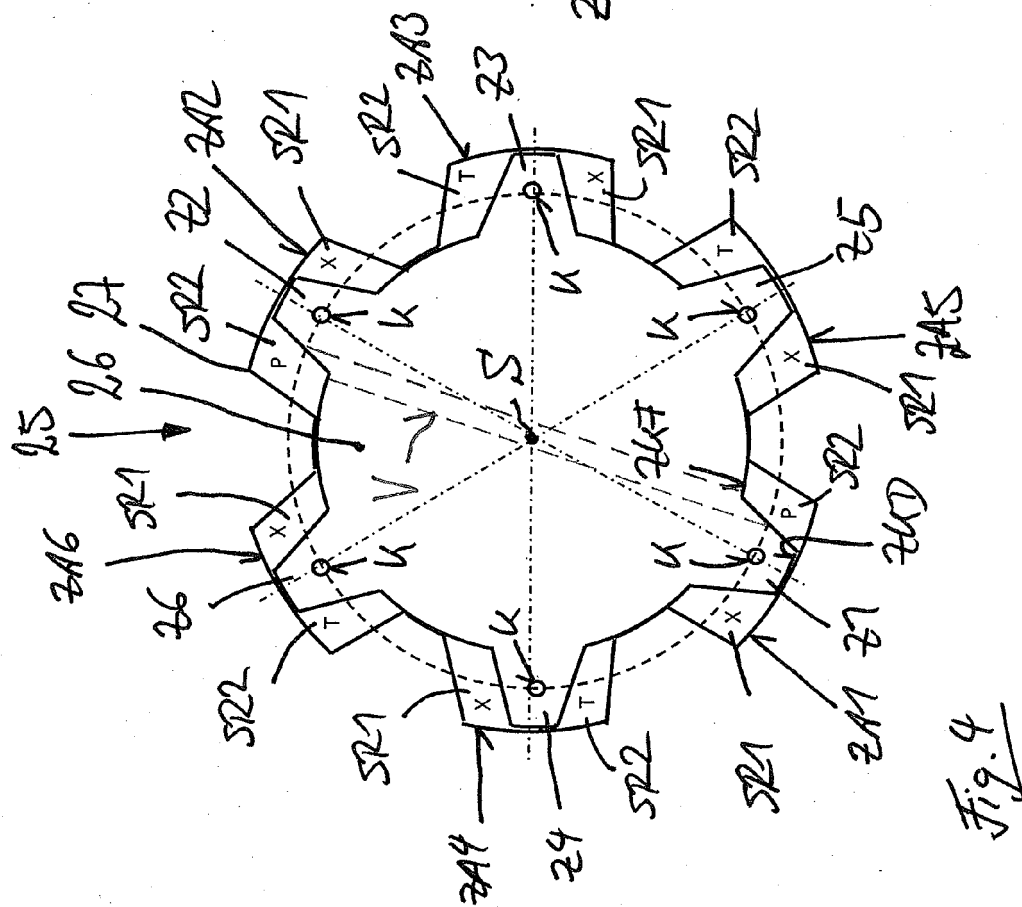
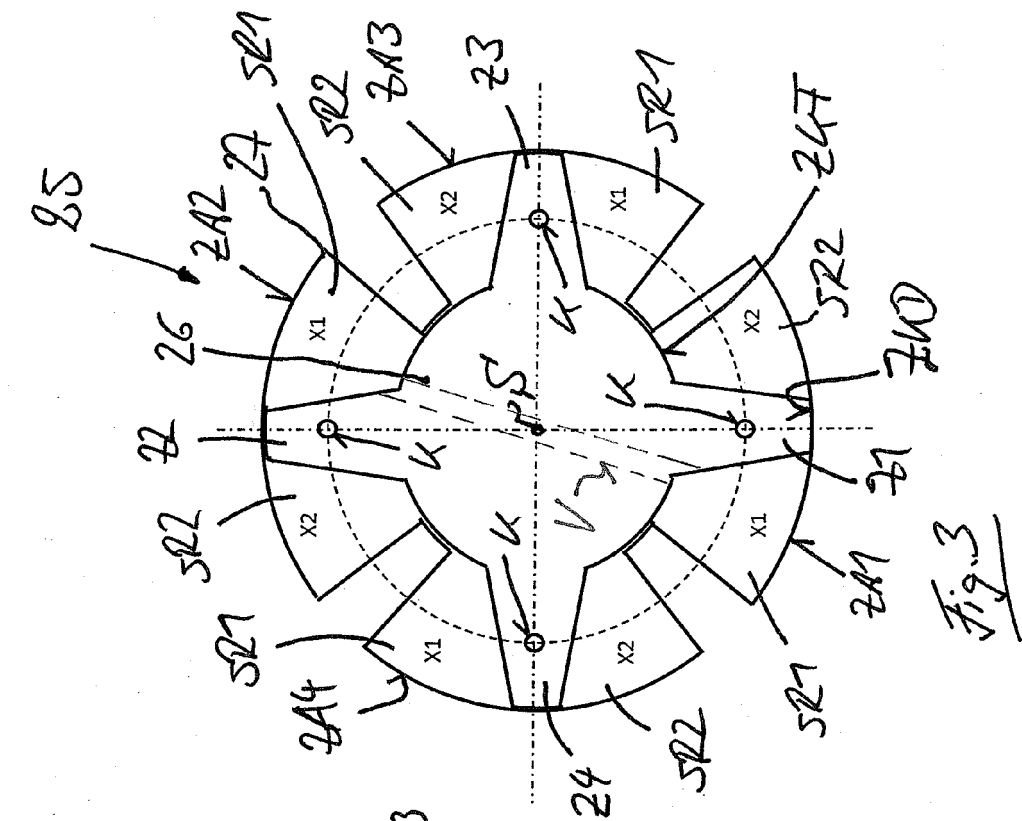


Fig. 2





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 15 18 3235

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 196 08 228 B4 (LINDE AG [DE]; HARTMANN & LAEMMLE [DE]) 16. März 2006 (2006-03-16) * das ganze Dokument *	1-15	INV. F04B1/32 F03C1/40 F01B3/10 F16H61/423 F16H61/433
A,D	DE 100 27 138 A1 (LINDE AG [DE]) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) * das ganze Dokument *	1-15	
A	DE 22 40 714 A1 (FERODO SA) 1. März 1973 (1973-03-01) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B F03C F01B F16H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. Februar 2016</b>	Prüfer <b>Olona Laglera, C</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1  
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 3235

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-02-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19608228 B4	16-03-2006	DE 19608228 A1	11-09-1997
		JP 3951004 B2	01-08-2007
		JP H09242664 A	16-09-1997
		US 6155798 A	05-12-2000
		US 6443706 B1	03-09-2002
-----			
DE 10027138 A1	06-12-2001	KEINE	
-----			
DE 2240714 A1	01-03-1973	CA 976031 A	14-10-1975
		DE 2240714 A1	01-03-1973
		GB 1396956 A	11-06-1975
		IT 984590 B	20-11-1974
		JP S4829969 A	20-04-1973
		SE 382854 B	16-02-1976
		US 3808811 A	07-05-1974
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10027138 A1 [0002]
- DE 19608228 B4 [0002]