(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PATENTSCHRIFT

(12) Ausschließungspatent

(11) DD 290 084 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 02 K 41/025

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD H 02 K / 335 724 5	(22)	15.12.89	(44)	16.05.91

(71) siehe (73)
(72) Schulze, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Lange, Peter; Zacharias, Helmut, DE
(73) VEB Zentrales Reparatur- und Ausrüstungswerk, Magdeburger Chaussee 21, O - 3304 Gommern, DE

(54) Doppelspindel-Translationsantrieb

(55) Doppelspindel-Translationsantrieb; Hohlläufer, ferromagnetisch; Translationskraft; Translationsgeschwindigkeit; Gewindespindel; Gewindekombination; Spindelmutter, verdrehsicher

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Doppelspindel-Translationsantrieb, dessen einfacher und kompakter Aufbau sich für antriebstechnische Lösungen, die eine lineare Bewegung in einem großen Translationskraftbereich bzw. Translationsgeschwindigkeitsbereich erfordern, eignet. Der Doppelspindel-Translationsantrieb besteht aus dem Stator einer Standardasynchronmaschine, einem zylindrischen Hohlläufer, in den axial beweglich und verdrehsicher zum Hohlläufer eine Gewindespindel eingelagert ist, die über eine fest mit dem Stator verbundene Spindelmutter geführt wird, wobei mit der Gewindespindel eine weitere Gewindespindel mit gleicher oder anderer Gewindesteigung und gleicher oder anderer Gewinderichtungsorientierung fest verbunden ist, die in einer gegen Verdrehung gesicherten Schubstange mit einer weiteren Spindelmutter läuft, zur Erzeugung einer weitgehend beliebigen resultierenden Translationskraft und Translationsgeschwindigkeit.

ISSN 0433-6461

7 Seiten

Patentanspruch:

1. Doppelspindel-Translationsantrieb, wobei eine Gewindespindel in einem aus ferromagnetisch homogenem Material bestehenden Hohlläufer axial beweglich sowie form- und kraftschlüssig gelagert, der Hohlläufer in einem Ständer einer Asynchronmaschine gelagert und die Gewindespindel in einer am Ständer fest angeordneten Spindelmutter geführt ist, und daß die Gewindespindel mit einer weiteren eine weitere Spindelmutter aufweisenden Gewindespindel fest verbunden ist, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Gewinde der Gewindespindeln gleiche Richtungsorientierung bei ungleicher Gewindesteigung aufweisen und daß die weitere Spindelmutter axial beweglich und verdrehsicher geführt ist.
2. Translationsantrieb nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Gewinde der Gewindespindeln einen gleichen Durchmesser aufweisen.
3. Translationsantrieb nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß die beiden Gewinde der Gewindespindeln unterschiedlichen Durchmesser aufweisen.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Doppelspindel-Translationsantrieb zur Realisierung linearer Schub- oder Zugbewegungen in einem großen Kraft- bzw. Geschwindigkeitsbereich. Beispielsweise zur Betätigung von Hubvorrichtungen, Spannvorrichtungen, Ventilschiebern oder Vorschubeinrichtungen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt ist ein Translationsantrieb mit rotierender Gewindespindel zur Realisierung linearer Schub- oder Zugbewegungen, wobei der Translationsbewegung gleichzeitig eine Rotationsbewegung der Spindel überlagert ist (DD-PS – WP H 02 K/3 258 652). Die Gewindespindel ist in einem aus ferromagnetisch homogenem Material bestehenden Hohlläufer angeordnet und in einem mit n-Wicklungen versehenen Ständer eingelagert. Die Gewindespindel ist dabei im Hohlläufer axial beweglich und form- und kraftschlüssig gelagert und wird in einer am Ständer fest angeordneten Spindelmutter geführt.
Weiterhin bekannt ist ein Translationsantrieb mit einer Gewindespindel, durch die ebenfalls ein linearer Bewegungsablauf realisiert wird (DD-PS – WP H 02 K/299 462). Eine feststehende Gewindespindel ist dabei in einem aus ferromagnetisch homogenem Material bestehenden Hohlläufer mit Spindelmutter eingelagert. Der Hohlläufer mit Gewindespindel und Gewindemutter ist in einem mit n-Wicklungssträngen versehenen Ständer angeordnet.
Das Anwendungsgebiet der Antriebe ist dadurch eingeschränkt, daß die Spindel aufgrund der feststehenden Drehfeldgeschwindigkeit des Ständerteiles der Asynchronmaschine und der mechanischen Ausführung der Spindelsteigung die Translationsgeschwindigkeit und die Translationskraft nur innerhalb bestimmter Grenzen variiert werden kann.
Ein Stellglied weist einen elektromagnetischen Antrieb mit einem feststehenden Gehäuse und einem elektromagnetisch betätigten Spannungswellengetriebe einschließlich eines Ständers und eines Rotors auf (DE-OS 2015305).
Dabei soll die hohe Läuferdrehzahl in eine lineare Bewegung mit großen Kräften umgesetzt werden. Dabei ist der Rotor antriebsmäßig mit einer Kugellagermutter und einer Schraubenspindeleinheit verbunden. Die Reduzierung der rotatorischen Drehzahl erfolgt durch ein spezielles Spannungswellengetriebe.
Bei einem kompakten elektromechanischen Stellglied wird die Rotationsbewegung elektromotorisch erzeugt und über ein Reduziergetriebe (z.B. Planetengetriebe) gewandelt (DE-OS 3416938). Diese reduzierte Rotationsbewegung wird über einen Spindeltrieb in eine Linearbewegung umgesetzt. Bei beiden Lösungen ist von Nachteil, daß ein erheblicher Aufwand zur Reduzierung der Motordrehzahl über spezielle Getriebe erforderlich ist, um die notwendigen Translationskräfte und Translationsgeschwindigkeiten zu realisieren. Der Aufwand steigt bei niedrigen Translationsgeschwindigkeiten und großen Translationskräften erheblich an.
Außerdem ist eine Differentiationsvorrichtung mit einem Gehäuse bekannt (DE-OS 3600497), in dem eine langgestreckte Welle angeordnet ist, die auf einem ersten Abschnitt ein Rechtsgewinde und auf einem zweiten Abschnitt ein Linksgewinde aufweist. Dem Rechts- bzw. Linksgewinde der Welle sind eine rechts- und eine linksdrehende Mutter zugeordnet, die jeweils in dem Gehäuse drehbar befestigt sind. Durch Drehung mindestens einer der Muttern wird die Welle axial und/oder drehend bewegt, und entsprechend wird eine mit der Welle verbundene Vorrichtung linear bewegt.
Diese Differentiationsvorrichtung weist folgende Nachteile auf:
1. kein kompaktes System,
2. großer mechanischer Aufwand,
3. großes Bauvolumen,
4. eigenständiger Getriebeteil ohne Antriebseinheit.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mit verhältnismäßig geringem Aufwand einen Doppelspindel-Translationsantrieb mit einem aus ferromagnetisch homogenem Material bestehenden Hohlläufer auf der Basis von Standardasynchronmaschinen zur Erzeugung einer definierten Antriebsbewegung mitg einer großen Variationsbreite bezüglich Translationskraft und Translationsgeschwindigkeit zu schaffen.
Der Anwendungsbereich soll gegenüber vergleichbaren Lösungen vergrößert, die Möglichkeiten zur Anpassung an einen technologischen Prozeß verbessert und das Bauvolumen durch teilweise in den Motor integrierte Funktionselemente minimiert werden. Es soll ein kompakter Translationsantrieb geschaffen werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Doppelspindel-Translationsantrieb zu entwickeln, der die Rotationsbewegung des Läufers unmittelbar über eine definierte Gewindekombination in eine Translationsbewegung mit großem Translationskraft- und Translationsgeschwindigkeitsbereich umformt. Dies wird dadurch erreicht, daß die Gewinde der Gewindespindeln gleiche Richtungsorientierung bei ungleicher Gewindesteigung aufweisen und daß die weitere Spindelmutter axial beweglich und verdrehsicher geführt ist.
Durch das Mittel der gleichsinnigen Gewindepaarung mit unterschiedlichen Gewindesteigungen kann eine theoretisch unbegrenzte Translationskraftvervielfachung erreicht werden, die nur durch statische und konstruktiv-technologische Gesetzmäßigkeiten begrenzt wird.
Durch die vorgeschlagene Lösung wird eine konkrete konstruktive Anleitung für die Realisierung eines Kompaktantriebssystems (bestehend aus Motor- und Lineargetriebeteil) gegeben. Mit dem Doppelspindelantrieb werden die technischen Grenzen (begrenzte Kraft durch endlich kleine Gewindesteigung) des einfachen Translationsantriebes mit einer Spindel überwunden. Das technische Mittel der gleichsinnigen Gewindekombination ist einfach realisierbar und erlaubt eine Vielzahl von Gewindekombinationen. Der Aufwand zur Realisierung des Motors mit integrierter Lineargetriebefunktion wird minimiert.
Durch das Mittel der weiteren axial beweglichen und undrehbar gelagerten Gewindemutter und deren konstruktive Anordnung wird das kraftübertragende Element geschaffen.
Durch die erfindungsgemäße Lösung wird erreicht, daß die Rotationsbewegung des Läufers durch teilweise in den Motor integrierte Funktionselemente in eine Translationsbewegung mit großem Translationskraft- und Translationsgeschwindigkeitsbereich umgeformt wird.
Es entsteht ein kompaktes Antriebssystem, das auch fertigungstechnisch eine günstige Lösung darstellt. Von der Standardsynchronmaschine ist der Ständer mit Wicklung ohne Veränderungen übernehmbar.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend soll die Erfindung an einem Beispiel näher erläutert werden:
In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: den Längsschnitt des Doppelspindel-Translationsantriebes,
Fig. 2: den Querschnitt des Hohlläufers mit Abflachung der Spindel,
Fig. 3: den Querschnitt des Hohlläufers mit Nut-Feder-Verbindung,
Fig. 4: den Querschnitt der Schubstange mit Schubstangengehäuse und Gewindetrieb.

Der Motor besteht aus dem mit einer Drehstromwicklung versehenen Ständer 1 einer Standardasynchronmaschine mit Gehäuse (Fig. 1).
Der Ständer 1 ist mit der Spindelmutter 5 versehen, in der die Gewindespindel 4 geführt ist. Die Spindelmutter 5 und die Gewindespindel 4 bilden den einen Gewindetrieb.
Der Hohlläufer 2 besteht aus dem ferromagnetisch homogenen Material (z. B. Kugelgraphit oder Stahl St 38) und ist beidseitig in den Lagerstellen 3 gelagert. Verdrehsicher und axial beweglich mit dem Spiel 7 eingelagert in den Hohlläufer 2 ist die Gewindespindel 4, die die gegenüberliegenden ebenen Flächen 6 aufweist (Fig. 2).
Eine andere Variante für eine verdrehsichere und axial bewegliche Einlagerung der Gewindespindel 4 in den Hohlläufer 2 ist die Nut-Feder-Verbindung 8 (Fig. 3) mit dem Spiel 7. Fest verbunden mit der Gewindespindel 4 ist die weitere Gewindespindel 9 (Fig. 1 und Fig. 4). Die weitere Gewindespindel 9 läuft dabei in einer weiteren Spindelmutter 10, die eingelagert ist in die axial bewegliche und verdrehsicher gelagerte Schubstange 11, die im Schubstangengehäuse 12 durch die Nut-Feder-Verbindung 14 geführt wird. Die Gewindespindel 9 und die Spindelmutter 10 bilden den weiteren Gewindetrieb. Die Wirkungsweise ist folgende:
Wird der Hohlläufer 2 durch Anlagen einer Dreiphasenspannung an die Ständerwicklungen in Rotation versetzt, dreht sich die Gewindespindel 4 infolge der verdrehsicheren Lagerung (Fig. 1 bis Fig. 3) mit gleicher Drehzahl.
Die Translationsgeschwindigkeit V_{TA} des einen Gewindetriebes wird dabei im Zusammenwirken der rotierenden Gewindespindel 4 und der feststehenden Spindelmutter 5 erzeugt. Die Translationsgeschwindigkeit V_{TB} des anderen Gewindetriebes wird im Zusammenwirken der rotierenden weiteren Gewindespindel 9 und der feststehenden weiteren Spindelmutter 10 erzeugt. Aus der Kombination der entsprechenden Richtungsorientierung und der Gewindesteigungen der Gewindetriebe (Rechts- oder Linksgewinde) ergibt sich die resultierende Geschwindigkeit V_{TS} der Schubstange 11 aus der Addition bzw. aus der Differenz der Translationsgeschwindigkeiten V_{TA} und V_{TB}.
Es sind die verschiedensten Gewindesteigungskombinationen möglich, die große Translationskräfte bei niedrigen Translationsgeschwindigkeiten und Verfahrwegen oder umgekehrt zu lassen.

Der große Translationskraft- bzw. Translationsgeschwindigkeitsbereich wird durch eine gezielte Kombination von Gewindespindeln erreicht.
Mathematisch läßt sich dieser Sachverhalt folgendermaßen ausdrücken:

1. Bei gleicher Gewindeorientierung (z. B. Rechtsgewinde) ergibt sich V_{TS} aus der Differenz der Einzelgeschwindigkeiten V_{TA} und V_{TB}

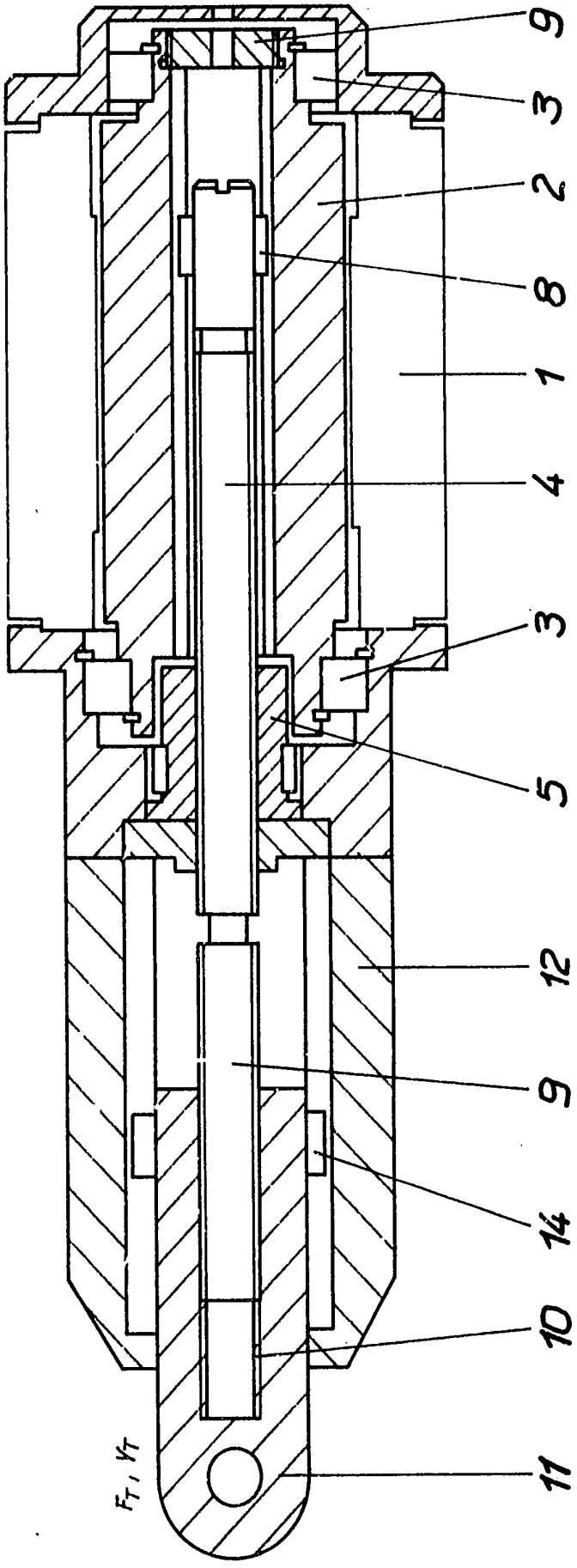
   $V_{TS} = V_{TA} - V_{TB}$ ($V_{TA} \neq V_{TB}$, da sonst $V_{TS} = 0$, sinnlose Kombination).

   Die Bewegungsrichtung ist abhängig vom Verhältnis der Gewindesteigungen zueinander.
2. Bei ungleicher Gewindeorientierung (z. B. Kombination Rechts- und Linksgewinde) ergibt sich

   $V_{TS} = V_{TA} + V_{TB}$.

Durch die Verwendung des Hohlläufers aus ferromagnetisch homogenem Material anstelle eines Kurzschlußläufers wird die Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinie der Asynchronmaschine derart verändert, daß das Maximalmoment beim Anlauf auftritt und dann kontinulerlich bei steigender Drehzahl abnimmt.
Dadurch werden bei ein- bis dreiphasiger Ständerspannungsverstellung durch leistungselektronische oder elektrische Stellglieder günstige Möglichkeiten zur Verstellung der Translationskraft und der Translationsgeschwindigkeit erreicht. Bedingt durch den Verlauf der Kennlinie, ihrer leichten Stellbarkeit und einer großen Variationsbreite für die Translationskraft und Translationsgeschwindigkeit werden für bestimmte Anwendungsfälle günstige Antriebslösungen erreicht.
Durch die Erfindung werden folgende Vorteile erzielt:

1. kompaktes Antriebssystem bei minimiertem Bauvolumen durch teilweise in den Motor integrierte Funktionselemente,
2. minimaler Aufwand bei großer Variationsbreite der Translationskraft und Translationsgeschwindigkeit durch die Kombination beider Gewinde und Veränderung der Kennlinie durch Ständerspannungsstellung,
3. Verwendung von Standardbauteilen von Asynchronmaschinen und Speisung mit Drehstrom,
4. einfache Fertigung der notwendigen Baugruppen mit konventionellen Zerspanungstechnologien,
5. steigende Antriebskräfte bei sinkenden Drehzahlen und Maximalkraft im Stillstand,
6. Selbsthemmung der Gewindespindel bei Energieausfall,
7. geringer Anlaufstrom.


9
3
2
8
1
4
3
5
12
9
14
10
11
F_T, V_T

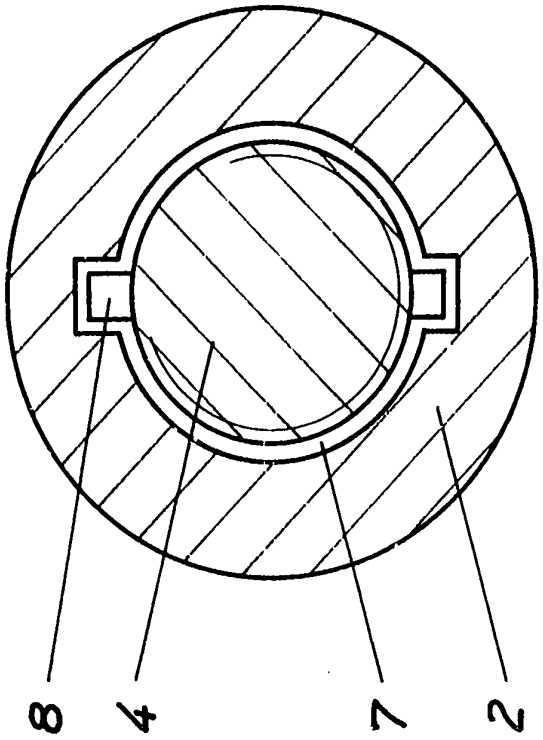


Fig. 3

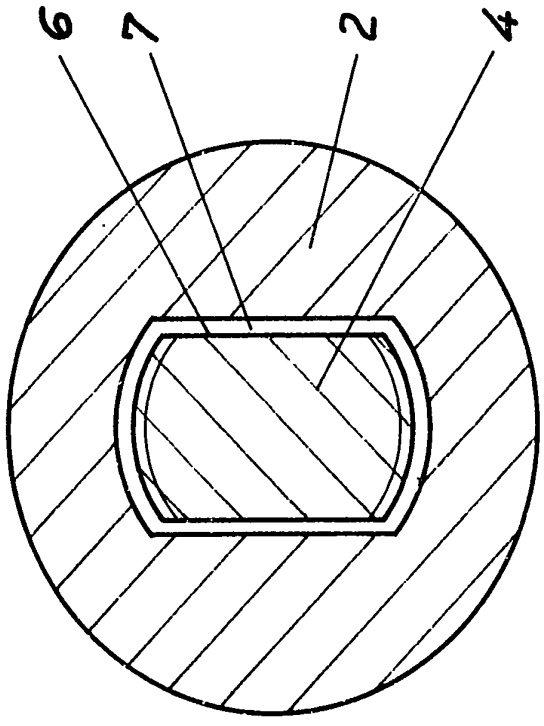


Fig. 2

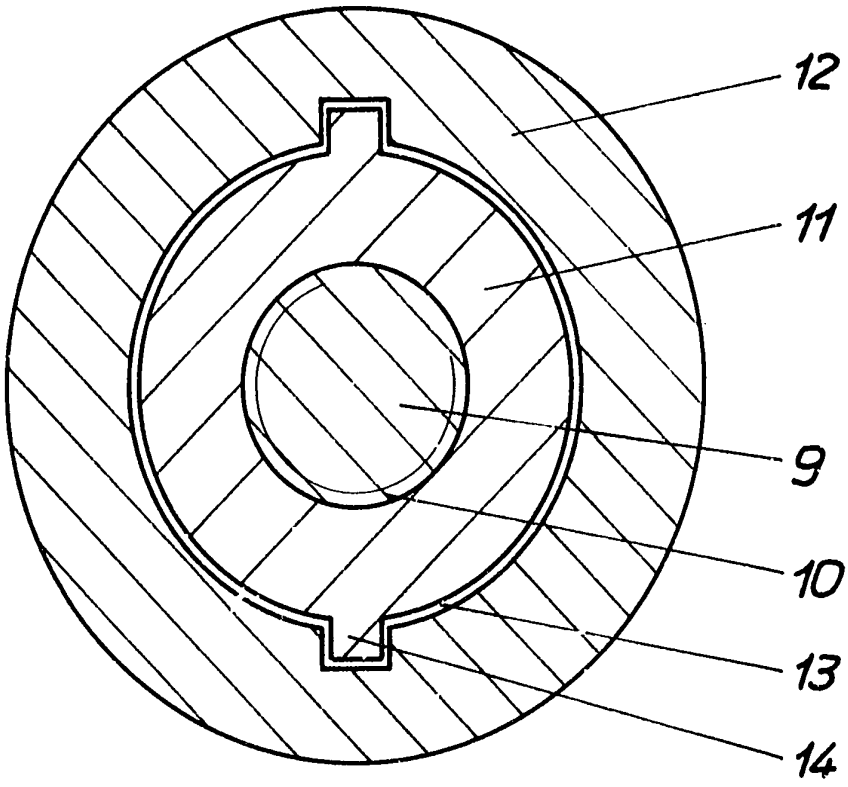


Fig. 4