



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 26 402 T2** 2006.08.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 092 868 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 26 402.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 115 583.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.04.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F03C 1/00** (2006.01)
F15B 9/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

29147799 **13.10.1999** **JP**

29147899 **13.10.1999** **JP**

34892799 **08.12.1999** **JP**

(73) Patentinhaber:

Teijin Seiki Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, IT

(72) Erfinder:

**Kodama, Haruo, 1414, Goshono, Tarui-cho,
Fuwa-gun, Gifu, JP; Shimizu, Nobuaki, 1414,
Goshono, Tarui-cho, Fuwa-gun, Gifu, JP; Asano,
Youji, 1414, Goshono, Tarui-cho, Fuwa-gun, Gifu,
JP**

(54) Bezeichnung: **Elektrohydraulischer Servomotor**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektrohydraulischen Servomotor, umfassend einen Elektromotor, der als Reaktion auf ein eingegebenes Signal eine Antriebswelle dreht; einen Hydraulikmotor, der eine Ausgangswelle unter Nutzung von hydraulischem Druck von Betriebsöl dreht; eine erste Zahnwelle, die zusammen mit der Ausgangswelle gedreht werden kann; eine zweite Zahnwelle, die mit der Antriebswelle in Gewindeeingriff gebracht ist und mit der ersten Zahnwelle kämmt; einen Schieber, der in Abhängigkeit von einer Drehdifferenz zwischen der Antriebswelle und der ersten Zahnwelle axial zusammen mit der zweiten Zahnwelle bewegt werden kann, um Zufuhr und Austritt des Betriebsöls zu dem Hydraulikmotor bzw. aus ihm zu steuern.

[0002] Ein solcher Servomotor soll für hydraulische Löffelbagger, Krane, Asphaltmaschinen und Werkzeugmaschinen (diese Maschinen werden einfach als externe Maschinen bezeichnet) verwendet werden.

[0003] In diesem Typ von elektrohydraulischem Servomotor ist gemäß [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) eine Ausgangswelle **2** durch die Lager **3** und **4** in einem Gehäuse **1** drehbar gelagert. An der Innenwand des Gehäuses **1** ist eine Ventilplatte **9** und an dem Umfangsabschnitt der Ausgangswelle **2** ein Zylinderblock **7** befestigt. In dem Zylinderblock **7** ist eine Vielzahl von Druckkammern **7a** ausgebildet. In diesen Druckkammern **7a** sind Kolben **8** angeordnet, die durch hydraulischen Druck von einem in die Kolben **8** eingeleiteten Betriebsöl in ihrer axialen Richtung hin und her bewegt werden.

[0004] Eine schräg liegende Platte, die sich in einem gegebenen Winkel relativ zur Ventilplatte **9** neigt, ist an einem Abschnitt der Innenwand des Gehäuses **1**, der dem oberen Ende der Ausgangswelle **2** näher liegt, befestigt. Die oberen Enden der Kolben **8** drücken die schräg liegende Platte **6** verschiebbar, wobei sich der Zylinderblock **7** zu der Ventilplatte **9** verschiebt, so dass die Ausgangswelle **2** und der Zylinderblock **7** miteinander gedreht werden.

[0005] Im Gehäuse **1** ist ein Steuerventil **11** vorgesehen, das sich in axialer Richtung bewegt. Am oberen Ende und am unteren Ende des Steuerventils **11** ist jeweils ein Schneckenelement **12** und ein Zahnrad **13** befestigt. An dem Gehäuse **1** ist ein Schrittschaltmotor **14** befestigt. Am Gehäuse **1** ist eine Motorwelle **15** des Schrittschaltmotors **14** drehbar gelagert. Eine Drehkraft der Motorwelle **15** wird über die Zahnräder **16** und **13** auf das Steuerventil **11** übertragen. Eine Drehkraft der Ausgangswelle **2** wird über die Schneckenelemente **10** und **12** auf das Steuerventil **11** übertragen. Wenn das Steuerventil **11** gedreht wird, stehen der Ölauslasskanal **1a** und der Öleinlasskanal

1b sowie die Verbindungskanäle **1c** und **1d** miteinander in Verbindung. In dem elektrohydraulischen Servomotor sind die Ausgangswelle **2**, das Steuerventil **11** und der Schrittschaltmotor **14** auf der gleichen axialen Linie angeordnet.

[0006] Da in dem so aufgebauten elektrohydraulischen Servomotor die Ausgangswelle **2**, das Steuerventil **11** und der Schrittschaltmotor **14** auf der gleichen axialen Linie angeordnet sind, besitzt er eine große Gesamtlänge. Aus diesem Grund ist es schwierig, den elektrohydraulischen Servomotor in einer anderen Maschine übersichtlich zu montieren. Ein Drehzahlverhältnis der Schneckenelemente **10** und **12** beträgt 1:1. Hierdurch ist es zur Erhöhung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Ausgangswelle **2** notwendig, die Kapazität des Schrittschaltmotors **14** zu erhöhen und den Schrittschaltmotor **14** mit hoher Drehzahl anzutreiben.

[0007] Das Steuerventil **11** dreht sich zusammen mit dem Schneckenelement **12**. Daher wird eine mit dem Steuerventil **11** in Kontakt befindliche Gleitfläche des Gehäuses **1** wegen ihres vorhandenen Reibungswiderstands verschlissen.

[0008] Außerdem ist ein elektrohydraulischer Servomotor der oben erwähnten Art z. B. von der US 3 530 764 bekannt. Jedoch ist vergleichsweise die Gesamtlänge dieses Servomotors auch lang, so dass er nicht für alle Anwendungen geeignet ist.

[0009] Folglich ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Bereitstellung eines verbesserten elektrohydraulischen Servomotors, der eine kleinere Größe aufweist.

[0010] Darum sollte der elektrohydraulische Servomotor vom Verschleiß des Steuerventils und des Gehäuses entlastet und unabhängig von der Temperatur des Betriebsöls zuverlässig steuerbar sein.

[0011] Für einen elektrohydraulischen Servomotor der oben erwähnten Art wird diese Aufgabe in erfindersicher Weise dadurch gelöst, dass der Schieber ein einzelnes Element in einem Stück ist, das eine längliche Nut aufweist, die in dem Schieber ausgebildet ist und sich in der axialen Richtung desselben erstreckt, wobei die zweite Zahnwelle in dieser Nut angeordnet ist; oder dadurch, dass der Schieber in erste und zweite getrennte Schieberelemente, die jeweils drehbar mit beiden Enden der zweiten Zahnwelle gekoppelt sind, die sich dazwischen befindet, geteilt ist.

[0012] Bevorzugte Ausführungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Im Folgenden wird die Erfindung durch deren bevorzugte Ausführungen mit Bezug auf die beglei-

tenden Zeichnungen ausführlicher beschrieben, in denen:

[0014] [Fig. 1](#) ist eine seitliche Schnittansicht, die einen elektrohydraulischen Servomotor nach einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0015] [Fig. 2](#) ist eine Ansicht im Schnitt, der längs der Linie B-B von [Fig. 1](#) verläuft;

[0016] [Fig. 3](#) ist eine schematische Ansicht, die eine Anordnung des in [Fig. 1](#) gezeigten elektrohydraulischen Servomotors darstellt;

[0017] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht, die Hauptteile des in [Fig. 1](#) gezeigten elektrohydraulischen Servomotors darstellt;

[0018] [Fig. 5](#) ist eine Vorderansicht, die einen Elektromotor und dessen Umgebungen in dem in [Fig. 1](#) gezeigten elektrohydraulischen Servomotor darstellt;

[0019] [Fig. 6](#) ist eine Schnittansicht, die einen elektrohydraulischen Servomotor nach einer zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0020] [Fig. 7](#) ist eine Ansicht im Schnitt, der längs der Linie B-B von [Fig. 6](#) verläuft;

[0021] [Fig. 8](#) ist eine Ansicht, die einen elektrohydraulischen Servomotor nach einer dritten Ausführung der vorliegenden Erfindung im Schnitt darstellt, der längs einer Linie verläuft, der der Linie B-B von [Fig. 1](#) oder [Fig. 6](#) entspricht;

[0022] [Fig. 9](#) ist eine seitliche Schnittansicht, die eine Schieberpositions-Erfassungseinrichtung und deren in [Fig. 8](#) gezeigte Umgebungen darstellt;

[0023] [Fig. 10](#) ist eine Seitenansicht, die die Schieberpositions-Erfassungseinrichtung darstellt;

[0024] [Fig. 11](#) ist eine seitliche Schnittansicht, die einen elektrohydraulischen Servomotor nach einer vierten Ausführung der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0025] [Fig. 12](#) ist eine Ansicht im Schnitt, der längs einer Linie A-A von [Fig. 11](#) verläuft;

[0026] [Fig. 13](#) ist eine seitliche Schnittansicht, die einen dazugehörigen elektrohydraulischen Servomotor darstellt;

[0027] [Fig. 14](#) ist eine Ansicht, der längs der Linie A-A von [Fig. 13](#) verläuft.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNG

[0028] Die bevorzugten Ausführungen nach der vorliegenden Erfindung werden mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

<Erste Ausführung>

[0029] Es wird eine Konstruktion des elektrohydraulischen Servomotors nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0030] In [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) umfasst der elektrohydraulische Servomotor **100** ein erstes Gehäuse **30**, das wie ein Gefäß geformt ist, und ein zweites Gehäuse **31**, das durch eine Schraube **32** an dem ersten Gehäuse **30** befestigt wird. Das erste Gehäuse **30** enthält ein darin gebohrtes Schraubenloch **33**, in das eine Schraube eingeschraubt wird, wenn der elektrohydraulische Servomotor **100** an einer nicht dargestellten externen Maschine befestigt wird. In dem Gehäuse **31** sind ein Ölzuführkanal **31a**, die Verbindungskanäle **31b** und **31c** sowie ein Ölaustrittskanal **31d** ausgebildet.

[0031] An der Außenwand des zweiten Gehäuses **31** ist ein Schrittschaltmotor **40** als ein Elektromotor zum Drehen einer Drehwelle **41** entsprechend eines Signals, das in diesen eingegeben wird, befestigt. Eine Antriebswelle **51** als erste Welle, die eine in der äußeren Umfangsfläche ausgebildete Schraubenspindel **51a** aufweist, ist mit der Drehwelle **41** des Schrittschaltmotors **40** in einem Stück verbunden, so dass sich diese Wellen in gleicher Richtung drehen werden. In der Ausführung sind Drehwelle **41** und Antriebswelle **51** als Konstruktion aus einem Stück ausgebildet. Bei Bedarf können diese Antriebswellen **41** und **51** getrennt ausgebildet sein. Die Bezugszahl **37** bezeichnet eine Verschlusskappe, mit der verhindert wird, dass Betriebsöl in das Gehäuse **42** des Schrittschaltmotors fließt.

[0032] Die erste schrägverzahnte Welle **52** ist als eine zweite Welle zylindrisch und enthält ein Innengewinde **52a**, das auf ihrer inneren Umfangsfläche ausgebildet ist, und ein Außenzahnrad **52b**, das an ihrer äußeren Umfangsfläche ausgebildet ist. Die erste schrägverzahnte Welle **52** wird mit der Antriebswelle **51** verbunden, so dass die Schraubenspindel **51a** der Antriebswelle **51** in das Innengewinde **52a** der ersten schrägverzahnten Welle **52** eingeschraubt wird. Die zweite schrägverzahnte Welle **53** als dritte Welle, die ein an ihrer äußeren Umfangsfläche ausgebildetes Außenzahnrad **53a** umfasst, ist mit der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden, so dass das Außenzahnrad **52b** der ersten schrägverzahnten Welle **52** mit dem Außenzahnrad **53a** der zweiten schrägverzahnten Welle **53** kämmt, während diese schrägverzahnten Wellen **52** und **53**

so ausgerichtet sind, dass deren axialen Linien senkrecht zueinander liegen.

[0033] Das eine Ende eines Hydraulikmotors **60** als Hydraulikdruck-Antriebseinrichtung, die später beschrieben wird, wird mit Hilfe eines Kupplungselements **54** an einem Ende der zweiten schrägverzahnten Welle **53** in einem Stück verbunden, so dass der Motor und das Zahnrad in gleichen Richtungen drehen. Das andere Ende der zweiten schrägverzahnten Welle **53** ist an einer am zweiten Gehäuse **31** angebrachten Verschlusskappe **34** drehbar gelagert. In der Ausführung sind die zweite schrägverzahnte Welle **53** und eine Ausgangswelle **61** getrennt ausgebildet. Bei Bedarf können diese Bauteile **53** und **61** in einer einteiligen Konstruktion ausgebildet sein.

[0034] Die Schraubenspindel **51a**, das Innengewinde **52a**, das Außenzahnrad **52b** und das Außenzahnrad **53a** sind so ausgeführt, dass, wenn sich die Anzahl der Umdrehungen der Antriebswelle **51** von der zweiten schrägverzahnten Welle **53** unterscheidet, die erste schrägverzahnte Welle **52** sich in Richtung der axialen Linie bewegt, während sie sich entsprechend dem Drehzahlunterschied um ihre Achse bewegt.

[0035] Der Hydraulikmotor **60** wird mit Hilfe der Zahnräder **68** und **69** an dem ersten Gehäuse **30** und dem zweiten Gehäuse **31** drehbar gelagert. Der Hydraulikmotor **60** besteht aus der Ausgangswelle **61**, einer Ventilplatte **62**, einem Zylinderblock **63**, den Kolben **64**, dem Backenelement **65** und einer schräg liegenden Platte **66**. Die Ausgangswelle **61** wird durch eine Druckkraft der Feder **67** zu ihrem anderen Ende hin gedrückt. Die an der Seitenwand des zweiten Gehäuses **31** befestigte Ventilplatte **62** enthält eine Vielzahl von bogenförmigen Löchern **62a**. Diese Löcher sind im gleichen Abstand in der Umfangsrichtung auf der Ventilplatte angeordnet und stehen mit dem Verbindungskanal **31b** und dem Verbindungskanal **31c** in Verbindung. Der Zylinderblock **63** wird durch eine Druckkraft der Feder **67** mit der Ventilplatte **62** in verschiebbaren Kontakt gebracht. Der Zylinderblock **63** ist an dem äußeren Umfang der Ausgangswelle **61** befestigt, so dass der Block und die Welle in gleichen Richtungen rotieren. Der Zylinderblock **63** enthält eine Vielzahl von Druckkammern **63a**. Diese Druckkammern **63a** sind auf dem Zylinderblock im gleichen Abstand in dem Zustand angeordnet, dass ihre axialen Linien parallel zu der axialen Linie der Ausgangswelle **61** liegen. Eine Vielzahl von Kolben **64** enthält kugelförmige Enden **64a**, die jeweils an den oberen Enden ausgebildet sind. Diese sind innerhalb der Druckkammern **63a** des Zylinderblocks **63** angeordnet, so dass sie in Richtungen der axialen Linie verschiebbar sind. Die Backenelemente **65** kommen mit den kugelförmigen Enden **64a** der Kolben **64** in Eingriff, während sie daran rollen können. Die schräg liegende Platte **66** ist an der inneren

Wand des ersten Gehäuses **30** befestigt. Sie kommt mit den Backenelementen **65** verschiebbar in Eingriff. Sie enthält eine schräg liegende Fläche **66a**, die in einem gegebenen Winkel relativ zu der Ausgangswelle **61** geneigt ist.

[0036] Die aus dem ersten Gehäuse **30** hervor stehende Ausgangswelle **61** ist mit einer Antriebssektion der externen Maschine (nicht dargestellt) gekoppelt, so dass ihre Drehkraft auf die Antriebssektion übertragen wird.

[0037] Das Steuerventil **70** ist mit einem Schieber **71** und dem zweiten Gehäuse **31** ausgebildet.

[0038] Der Schieber **71** ist durch Zahnräder **55** und **56** als ein Paar von Zahnradanordnungen mit der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden. Der Schieber **71** kommt mit einer an dem zweiten Gehäuse **31** angebrachten Verschlusskappe **36** verschiebbar in Eingriff, während dazwischen ein Keil **35** als Einrichtung zur Verhinderung der Schieberdrehung angeordnet ist. Deshalb dreht sich der Schieber **71** nicht um seine Achse.

[0039] Die Zahnräder **55** und **56** bestehen jeweils aus Druckbuchsen. Eine sich in Richtung der axialen Linie erstreckende längliche Nut **71c** ist, in Richtung der axialen Linie betrachtet, im mittleren Abschnitt des Schiebers **71** ausgebildet. Die erste schrägverzahnte Welle **52** wird in die längliche Nut **71c** eingesetzt und durch den Schieber **71** festgehalten, so dass sich die axiale Linie des Schiebers **71** parallel zu der ersten schrägverzahnten Welle **52** befindet. Der Schieber **71** kommt mit der Verschlusskappe **36**, die an dem zweiten Gehäuse mit Hilfe des Keils **52** montiert ist, verschiebbar in Eingriff. Mit diesem Aufbau dreht sich der Schieber **71** nicht um seine Achse.

[0040] In der äußeren Umfangsfläche des Schiebers **71** sind ringförmige Nuten **71a** und **71b** ausgebildet. Diese Nuten ermöglichen es, dass der Ölzuführkanal **31a** und der Ölauslasskanal **31d** des zweiten Gehäuses **31** mit dem Verbindungskanal **31b** oder **31c** in Verbindung stehen.

[0041] Es wird die Arbeitsweise des so aufgebauten elektrohydraulischen Servomotors **100** beschrieben.

[0042] Wenn sich die Anzahl der Umdrehungen der Drehwelle **41** von der der Ausgangswelle **61** unterscheidet, dreht der elektrohydraulische Servomotor **100** die Ausgangswelle **61** entsprechend einem Drehzahlunterschied zwischen diesen Wellen **41** und **61**.

[0043] Nachstehend wird eine Beschreibung der Arbeitsweise für einen Fall gegeben, wo der elektrohydraulische Servomotor **100** die Ausgangswelle **61**

entsprechend dem Drehzahlunterschied zwischen diesen Wellen **41** und **61** dreht, wenn sich die Anzahl der Umdrehungen der Drehwelle **41** von der der Ausgangswelle **61** unterscheidet.

[0044] Da die Antriebswelle **51** mit der Drehwelle **41** in einem Stück verbunden ist, so dass sich diese Wellen in den gleichen Richtungen drehen, entspricht die Anzahl der Umdrehungen der Drehwelle **41** der der Antriebswelle **51**. Da die zweite schrägverzahnte Welle **53** durch das Kopplungselement **54** mit der Ausgangswelle **61** in einem Stück verbunden ist, so dass diese Bauteile in der gleichen Richtung drehen, entspricht die Anzahl der Umdrehungen der Ausgangswelle **61** der der zweiten schrägverzahnten Welle **53**.

[0045] Deshalb wird auch ein Unterschied zwischen den Drehzahlen der Antriebswelle **51** und der zweiten schrägverzahnten Welle **53** erzeugt, wenn zwischen den Drehzahlen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** ein Unterschied erzeugt wird.

[0046] Wenn sich die Drehzahl der Antriebswelle **51** von der der zweiten schrägverzahnten Welle **53** unterscheidet, bewegt sich die erste schrägverzahnte Welle **52** in der axialen Richtung, während sie sich entsprechend dem Drehzahlunterschied zwischen der Antriebswelle **51** und der zweiten schrägverzahnten Welle **53** um ihre Achse dreht wie es oben beschrieben ist.

[0047] Wenn sich die erste schrägverzahnte Welle **52** bei Drehung um ihre Achse in axialer Richtung bewegt, wird der Schieber **71** durch die Zahnräder **55** und **56** mit der ersten schrägverzahnten Welle **52** gekoppelt, wobei sich der Schieber **71** auch in Richtung der axialen Linie bewegt während er mit einer Bewegung der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden ist. Wenn sich der Schieber **71** mit der Bewegung der ersten schrägverzahnten Welle **52** in die axiale Richtung bewegt, verändert sich die Durchflussgeschwindigkeit des durch den Ölzuführkanal **31a**, den Verbindungskanal **31b**, den Verbindungskanal **31c** und den Ölauslasskanal **31d** fließenden Betriebsöls, da die den Ölzuführkanal **31a** des zweiten Gehäuses **31** mit dessen Verbindungskanal **31b** oder **31c** verbindenden ringförmigen Nuten **71a** und **71b** in der äußeren Umfangsfläche des Schiebers **71** ausgebildet sind.

[0048] Wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit des Betriebsöls, das durch den Ölzuführkanal **3a**, den Verbindungskanal **31b**, den Verbindungskanal **31c** und den Ölauslasskanal **31d** fließt, ändert, ändert sich die Durchflussgeschwindigkeit des in eine Vielzahl von Druckkammern **63a** heraus fließenden Betriebsöls, da die Verbindungskanäle **31b** und **31c** mit den zahlreichen im Zylinderblock **63** ausgebildeten Druckkammern **63a** über die Vielzahl der in der

Ventilplatte **62** ausgebildeten bogenförmigen Löcher **62a** in Verbindung stehen. Wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit des aus den zahlreichen Druckkammern **63a** heraus fließenden Betriebsöls ändert, verschieben sich die Kolben **64** in der axialen Richtung entsprechend dem Druck des Betriebsöls, das in die zahlreichen Druckkammern **63a** heraus fließt, da die Kolben **64** innerhalb der Druckkammern **63a** des Zylinderblocks **63** verschiebbar angeordnet sind. Wenn sich die Kolben **64** in der axialen Richtung verschieben, drücken sie die schräg liegende Fläche **66a** der geneigten Platte **66** mit Hilfe der Backenelemente **65**, da die kugelförmigen Enden **64a** der Kolben **64** mit den Backenelementen **65** rollbar in Eingriff und die Backenelemente **65** mit der schräg liegenden Fläche **66a** der geneigten Platte **66** verschiebbar in Eingriff kommen. Wenn die Kolben **64** die schräg liegende Fläche **66a** der geneigten Platte **66** durch die Backenelemente **65** drücken, wird der Zylinder **63** durch eine Gegenkraft zu der Kraft der Kolben **64**, die die schräg liegende Fläche **66a** der geneigten Platte **66** drückt, um seine Achse gedreht.

[0049] Wenn sich der Zylinderblock **63** um seine Achse dreht, ändert sich der Druck in den Druckkammern **63a**, die in dem Zylinderblock **63** ausgebildet sind und mit den Verbindungskanälen **31b** und **31c** durch die zahlreichen in der Ventilplatte **62** ausgebildeten bogenförmigen Löchern **62a** in Verbindung stehen. Bei einer Änderung des Druckes in den Druckkammern **63a**, die im Zylinderblock **63** ausgebildet sind und mit den Verbindungskanälen **31b** und **31c** durch die zahlreichen in der Ventilplatte **62** ausgebildeten bogenförmigen Löchern **62a** in Verbindung stehen, ändert sich die Durchflussgeschwindigkeit des in die zahlreichen Druckkammern **63a** fließenden Betriebsöls. Wenn sich die Durchflussgeschwindigkeit des in die zahlreichen Druckkammern **63a** fließenden Betriebsöls ändert, dreht sich der Zylinderblock **63** wiederum seine Achse wie es oben beschrieben ist.

[0050] Bei einer Änderung der Durchflussgeschwindigkeit des Betriebsöls, das durch den Ölzuführkanal **31a**, die Verbindungskanäle **31b** und **31c** sowie den Ölauslasskanal **31d** fließt, dreht sich der Zylinderblock **63** folglich um seine Achse in einer Drehrichtung und mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit, die abhängig ist von einer Durchflussgeschwindigkeit des durch den Ölzuführkanal **31a**, die Verbindungskanäle **31b** und **31c** sowie den Ölauslasskanal **31d** fließenden Betriebsöls.

[0051] Wenn sich der Zylinderblock **63** um seine Achse in eine Drehrichtung und mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit dreht, die von einer Durchflussgeschwindigkeit des durch den Ölzuführkanal **31a**, die Verbindungskanäle **31b** und **31c** sowie den Ölauslasskanal **31d** fließenden Betriebsöls abhängig ist, dreht sich die Ausgangswelle **61** ebenfalls um ihre Achse in eine Drehrichtung und mit einer Umdre-

hungsgeschwindigkeit, die von einer Durchflussgeschwindigkeit des Betriebsöls, das durch den Ölzuführkanal **31a**, die Verbindungskanäle **31b** und **31c** sowie den Ölauslasskanal **31d** fließt, abhängig ist, da der Zylinderblock **63** an der äußeren Umfangsfläche der Ausgangswelle **61** befestigt wird, so dass sich der Block und die Welle in den gleichen Drehrichtungen drehen.

[0052] Eine Richtung, in die sich die erste schrägverzahnte Welle **52** bei Drehung um ihre eigene Achse axial dreht, wenn ein Drehzahlunterschied zwischen der Antriebswelle **51** und der zweiten schrägverzahnten Welle **53** erzeugt wird, kann durch die Auslegungen der Schraubenspindel **51a**, des Innengewindes **52a**, des Außenzahnrades **53a** und des Außenzahnrades **52b** festgelegt werden. Das heißt, wenn durch die Auslegungen der Schraubenspindel **51a**, des Innengewindes **52a** sowie der Außenzahnräder **53a** und **52b** ein Drehzahlunterschied zwischen der Antriebswelle **51** und der zweiten schrägverzahnten Welle **53** erzeugt wird, können Drehrichtung und Umdrehungsgeschwindigkeit in die und mit der die Ausgangswelle **61** dreht in Abhängigkeit vom Drehzahlunterschied zwischen der Antriebswelle **51** und der zweiten schrägverzahnten Welle **52** bestimmt werden.

[0053] Wenn die Auslegungen der Schraubenspindel **51a**, des Innengewindes **52a** der außen verzahnten Zahnräder **53a** und **52b** festgelegt sind und infolgedessen zwischen der Antriebswelle **51** und der zweiten schrägverzahnten Welle **53**, das heißt zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** ein Drehzahlunterschied erzeugt wird, kann folglich die Ausgangswelle **61** gedreht werden, um den Drehzahlunterschied, der zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **62** erzeugt wird, zu reduzieren.

[0054] Folglich dreht der elektrohydraulische Servomotor **100** die Ausgangswelle **61** entsprechend dem Drehzahlunterschied zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61**, wenn zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** der Drehzahlunterschied erzeugt wird.

[0055] Der Keil **35** verhindert, dass sich der Schieber **71** aus seiner Achse dreht. Folglich verhindert er eine solche unerwünschte Situation, dass sich der Schieber **71** um seine Achse dreht und mit der zweiten schrägverzahnten Welle **53** zusammenstößt, so dass der Schieber **71** oder die zweite schrägverzahnte Welle **53** beschädigt werden.

[0056] Während in der oben beschriebenen Ausführung die zweite und die dritte Welle schrägverzahnte Zahnräder sind, wird deutlich, dass diese anstelle der schrägverzahnten Zahnräder aus anderen geeigneten Bauteilen konstruiert sein können. Durch Verwendung eines anderen Getriebes, Schneckenradgetrie-

bes oder dergleichen kann zwischen der zweiten und der dritten Welle ein vorgegebenes Geschwindigkeitsverhältnis eingestellt werden. Wenn das vorgegebene Geschwindigkeitsverhältnis zwischen der zweiten und dritten Welle eingestellt werden kann, wird die Anzahl der Umdrehungen der Ausgangswelle **61** durch die zweite und die dritte Welle reduziert. Folglich kann die Anzahl der Umdrehungen der zweiten Welle kleiner als die der Ausgangswelle **61** sein. Folglich kann die Kapazität des Schrittschaltmotors **40** und damit die Größe des elektrohydraulischen Servomotors **100** reduziert werden.

[0057] In der Ausführung sind die Zahnräder **55** und **56** mit Druckbuchsen ausgeführt. Es wird deutlich, dass beliebige andere Bauteile anstelle der Druckbuchsen genutzt werden können, wenn die folgende Anforderung erfüllt ist: Wenn sich die erste schrägverzahnte Welle **52** in Richtung der axialen Linie bewegt, wird der Schieber **71** in Richtung der axialen Linie bewegt; und wenn sich die erste schrägverzahnte Welle **52** um ihre Achse dreht, wird verhindert, dass sich der Schieber **71** um seine Achse dreht.

[0058] In der Ausführung ist die erste schrägverzahnte Welle **52** mit der zweiten schrägverzahnten Welle **53** verbunden, so dass die axialen Linien dieser Zahnwellen senkrecht zueinander stehen. Folglich liegt die axiale Linie der Drehwelle **41** senkrecht zu der der Ausgangswelle **61**. Bei Bedarf können die Drehwelle **41** und die Ausgangswelle **61** so angeordnet werden, dass die Verlängerung der axialen Linie der Drehwelle **41** in Bezug zu der axialen Linie der Ausgangswelle **61** in einem anderen Winkel ausgerichtet ist.

[0059] In der Ausführung ist der Schieber **71** durch die Zahnräder **55** und **56** mit der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden. Bei Bedarf kann der Schieber **71** durch eine Feder mit der ersten schrägverzahnten Welle verbunden werden.

<Zweite Ausführung>

[0060] Mit Bezug auf [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) wird eine zweite Ausführung nach der vorliegenden Erfindung beschrieben. Eines der Merkmale der zweiten Ausführung liegt darin, dass der Schieber **71** in der ersten Ausführung in ein Paar von Schiebern **71A** und **71B** geteilt ist.

[0061] Ein Paar der Schieber **71A** bzw. **71B** ist mit beiden Enden der schrägverzahnten Welle **52** drehbar verbunden, während das Lager **55**, **56** jeweils dazwischen liegend angeordnet ist. Die Schieber **71A** und **71B** werden jeweils durch ein Paar von Federn **153** gedrückt, so dass sie sich annähern. Ein Spiel des Schraubenantriebssteils der schrägverzahnten Welle **52**, das durch die Antriebswelle **151** bewirkt wird, kann in einer Art und Weise entfernt werden,

dass die Federbelastungen der Federn **153** so ausgewählt werden, dass zwischen ihnen ein zweckmäßiger Unterschied besteht.

[0062] Die ringförmigen Nuten **71Aa** und **71Bb** sind, während sie sich in den Umfangsrichtungen erstrecken, in den Außenflächen der ringförmigen Nuten **71Aa** bzw. **71Bb** ausgebildet. Wenn diese Schieber in den axialen Richtungen bewegt werden, stehen die ringförmigen Nuten **71Aa** und **71Bb** mit einem Ölauslasskanal **31d**, einem Ölzuführkanal **31a** und den Verbindungskanälen **31b** und **31c**, die im zweiten Gehäuse **31** ausgebildet sind, in Verbindung, so dass die prozentuale Öffnung der ringförmigen Nuten **71Aa** und **71Bb** gesteuert wird. Spezieller, wenn die schrägverzahnte Welle **52** nach rechts bewegt wird, steht der Ölauslasskanal **31d** mit dem Verbindungskanal **31b** in Verbindung, und der Verbindungskanal **31c** steht mit dem Ölzuführkanal **31a** in Verbindung, wobei das Betriebsöl einem bogenförmigen Loch **62a** der Ventilplatte **62** zugeführt und aus diesem entleert wird. Wenn die schrägverzahnte Welle **52** nach links bewegt wird, steht der Ölzuführkanal **31a** mit dem Verbindungskanal **31b** in Verbindung, und der Verbindungskanal **31c** steht mit dem Ölauslasskanal **31d** in Verbindung, wobei das Betriebsöl dem bogenförmigen Loch **62a** der Ventilplatte **62** zugeführt und aus diesem entleert wird.

[0063] Ein Elektromotor, z.B. der Schrittschaltmotor **40**, ist an einer Außenwand des zweiten Gehäuses **31** angebracht. Mit der Motorwelle **41** des Schrittschaltmotors **40** ist eine Antriebswelle **151** verbunden. Die Antriebswelle **151** wird in die schrägverzahnte Welle **52** eingesetzt und durch Schrauben mit dieser verbunden. Der Schrittschaltmotor **40** ist in jeder der axialen Richtungen bei Drehung der Motorwelle **41** des Schrittschaltmotors **40** beweglich.

[0064] Es wird die Funktion der Erfindung beschrieben. In dem oben beschriebenen elektrohydraulischen Servomotor wird bei Drehung der Antriebswelle **151** die schrägverzahnte Welle **52** in jede der axialen Richtungen bewegt, wobei die Anzahl der Umdrehungen der Ausgangswelle **61** gesteuert wird, indem die Drehzahl des Schrittschaltmotors **40** nachgesteuert wird. Das Betriebsöl wird in die Druckkammer **63a** des Zylinderblocks eingeleitet; und eine Gegenkraft, die erzeugt wird, wenn das obere Ende **64a** des Kolbens **64** eine schräg liegende Platte **66** drückt, bewirkt eine Drehung der Ausgangswelle **61** zusammen mit dem Zylinderblock **63**, so dass eine externe Maschine angetrieben wird. Die Auswahl, das Betriebsöl in die Druckkammer **63a** einzuleiten oder aus dieser heraus zu lassen, wird durch den Zylinderblock **63** und das bogenförmige Loch **62a** der Ventilplatte **62** durchgeführt.

[0065] Wenn aus einem bestimmten Grund auf die externe Maschine eine Belastung wirkt und die Dreh-

zahl der Ausgangswelle **61** abnimmt, nimmt die Drehzahl der schrägverzahnten Welle **53** ab, so dass zwischen der Drehzahl der schrägverzahnten Welle **53** und der der Antriebswelle **151** ein Drehzahlunterschied erzeugt wird. Die schrägverzahnte Welle **52** bewegt sich in Bezug auf die Antriebswelle **151** schrägverzahnt und in ihrer Richtung.

[0066] Bei der Bewegung der schrägverzahnten Welle **52** bewegt sich das Paar der Schieber **71A** und **71B** in ihrer axialen Richtung, wobei die prozentuale Öffnung der ringförmigen Nuten **71Aa** und **71Bb** erhöht ist. Aus diesem Grund wird das Betriebsöl, das durch den Ölzuführkanal **31a** eingeleitet wird, einer der bogenförmigen Öffnungen **62a** und der Druckkammer **63a** des Kolbens **64** durch die ringförmige Nut **71Aa** des Schiebers **71A** von diesen Schiebern und dem Verbindungskanal **31b** zugeführt. In diesem Fall ist eine den bogenförmigen Löchern **62a** zugeführte Menge von Betriebsöl größer als die des der Druckkammer **63a** zugeführten Betriebsöls. Folglich wird der Kolben **64** kräftig auf die schräg liegende Platte **66** gedrückt und gleichzeitig das Betriebsöl auf der Druckseite der Druckkammer **63a** des Kolbens **64** in großer Menge durch den Ölauslasskanal **31d** aus den anderen bogenförmigen Löchern **62a** der Ventilplatte **62** über den Verbindungskanal **31c** und die ringförmige Nut **71Bb** des anderen Schiebers **71B** entleert. Folglich nimmt die Drehzahl der Ausgangswelle **61** zu.

[0067] Auf diese Weise wird bei der Bewegung der Schieber **71A** und **71B** die Drehzahl der Ausgangswelle **61** bis zu einer vorgegebenen Anzahl der Umdrehungen erhöht, wobei die erstere ziemlich genau gesteuert wird, um sie der Drehzahl des Schrittschaltmotors **40** anzugleichen.

<Dritte Ausführung>

[0068] Eines der Merkmale einer in den [Fig. 8.](#) bis [Fig. 10](#) dargestellten dritten Ausführung liegt darin, dass die mechanische Anordnung der ersten Ausführung um einen Verschiebungssensor **80** ergänzt ist.

[0069] Die Bezugszahl **80** bezeichnet einen Verschiebungssensor **80** als Signalerfassungseinrichtung, der eine Position des Schiebers **71**, in Richtung der axialen Linie betrachtet, detektiert und ein Schieber-Signal entsprechend der Schieber-Position ausgibt. Der Verschiebungssensor **80** enthält eine Sensorwelle **81** und ist an der Verschlusskappe **36** befestigt. An dem oberen Ende **81a** der Sensorwelle **81** ist eine Schraubenspindel ausgebildet. In dem Sensorwellen-Verbindungsabschnitt **71c** des Schiebers **71** ist eine Schraubenmutter ausgebildet. Daher wird die Sensorwelle **81** mit dem Schieber **71** verbunden, indem die Schraubenspindel des oberen Endes **81a** in die Schraubenmutter des Sensorwellen-Verbindungsabschnitts **71c** eingeschraubt wird.

[0070] Die Bezugszahl **90** bezeichnet eine zentrale Verarbeitungseinheit (einfach als CPU bezeichnet) als eine Eingangssignal-Verarbeitungseinrichtung, die ein in den Schrittschaltmotor **40** einzugebendes Signal und ein Schieberpositions-Signal verarbeitet, so dass eine Position des Schiebers **71**, in Richtung der axialen Linie betrachtet, innerhalb eines vorgegebenen Bereiches liegt, und das sich ergebende Signal an den Schrittschaltmotor **40** ausgibt.

[0071] Die Bezugszahlen **91**, **92** und **93** sind jeweils Signalübertragungswege.

[0072] Der Schrittschaltmotor **40** ist an dem einen Ende des Schiebers **71** und der Verschiebungssensor **80** an dem anderen Ende des Schiebers **71** angeordnet.

[0073] Der elektrohydraulische Servomotor **100** kann durch die Verwendung des Verschiebungssensors **80** verhindern, dass der Schieber **71** mit der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** zusammenstößt.

[0074] Es wird die Funktion des Verschiebungssensors **80** beschrieben.

[0075] Wie oben beschrieben ist, wird die Sensorwelle **81** mit dem Schieber **71** verbunden, so dass sich die Sensorwelle **81** auch in Richtung der axialen Linie bewegt, wenn sich der Schieber **71** in Richtung der axialen Linie bewegt. Folglich erfasst der Verschiebungssensor **80** eine Schieber-Position des Steuerventils **70** in Richtung der axialen Linie, indem ein von seiner Ausgangsposition gemessener Abstand der Sensorwelle **81** erfasst wird.

[0076] Der Verschiebungssensor **80** gibt ein Schieberpositions-Signal aus, das von der erfassten Schieberposition des Steuerventils **70** in Richtung der axialen Linie abhängig ist.

[0077] Als Nächstes wird die Funktion des elektrohydraulischen Servomotors **100** beschrieben, der durch die Verwendung des Verschiebungssensors **80** verhindert, dass der Schieber **71** mit der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** zusammenstößt.

[0078] Aus einem bestimmten Grund, zum Beispiel dem Grund, dass zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** ein großer Drehzahlunterschied auftritt, bewegt sich der Schieber **71** bedeutend in Richtung der axialen Linie während er mit einer Bewegung der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden ist, und nähert sich einer Position an, die innerhalb eines vorgegebenen Abstandes von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** angeordnet ist.

[0079] Dann nähert sich der Schieber **71** einer Position innerhalb eines vorgegebenen Abstandes von der Verschlusskappe **36** oder Verschlusskappe **37** an, und die CPU **90** beurteilt folglich aus einem durch den Signalübertragungsweg **93** von dem Verschiebungssensor **80** ausgegebenen Schiebersignal, dass sich der Schieber **71** einer Position innerhalb des vorgegebenen Abstandes von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** angenähert hat.

[0080] Wenn die CPU **90** beurteilt, dass sich der Schieber **71** einer Position innerhalb des vorgegebenen Abstandes von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** angenähert hat, verarbeitet die CPU **90** ein Signal, das durch den Signalübertragungsweg **91** ankommt und in den Schrittschaltmotor **40** eingegeben werden soll, so dass sich der Schieber **71** einer Position innerhalb des vorgegebenen Abstandes annähert, nämlich eine Position des Schiebers **71** in Richtung der axialen Linie in einem vorgegebenen Bereich liegt, und gibt das Verarbeitungsergebnis an den Schrittschaltmotor **40** aus.

[0081] Schließlich dreht der Schrittschaltmotor **40**, der das verarbeitete Signal von der CPU **90** durch den Signalübertragungsweg **92** empfangen hat, die Drehwelle **41** entsprechend dem Signal, das von der CPU **90** durch den Signalübertragungsweg **92** ankommt.

[0082] Wir wollen den folgenden Fall betrachten: Das in den Schrittschaltmotor **40** einzugebende Signal wird von außen durch den Signalübertragungsweg **91** in die CPU **90** eingegeben, und die CPU **90** gibt das Signal, das durch den Signalübertragungsweg **91** von außen kommt und in den Schrittschaltmotor **40** eingegeben werden soll, durch den Signalübertragungsweg **92** an den Schrittschaltmotor **40** aus. Folglich wird zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** ein großer Drehzahlunterschied erzeugt. Der Schieber **71** bewegt sich bedeutend in die Richtung der axialen Linie während er mit einer Bewegung der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden ist, und nähert sich einer Position innerhalb eines vorgegebenen Abstandes von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37**.

[0083] In diesem Fall beurteilt die CPU **90** zuerst, dass der Schieber **71** eine Position innerhalb des vorgegebenen Abstandes von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** erreicht hat, indem ein Schieber-Signal genutzt wird, das durch den Signalübertragungsweg **93** von dem Verschiebungssensor **80** ausgegeben wird.

[0084] Dann verarbeitet die CPU **90** ein von außen in den Schrittschaltmotor **40** über den Signalübertragungsweg **91** einzugebendes Signal, so dass der Schieber **71** eine Position innerhalb des vorgegebenen Abstandes von der Verschlusskappe **36** oder Ver-

schlusskappe **37** nicht erreicht, wobei sich die Drehwelle **41** mit der Drehzahl dreht, die der am nächsten liegt, bei der sich die Drehwelle entsprechend dem Signal dreht, das in den Schrittschaltmotor **40** von außen über den Signalübertragungsweg **91** eingegeben wird, und gibt das verarbeitete Signal durch den Signalübertragungsweg **92** an den Schrittschaltmotor **40** aus.

[0085] Wir wollen den folgenden Fall betrachten: Die Ausgangswelle **61** nimmt von einer externen Maschine eine hohe Belastung auf. Zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** wird ein großer Drehzahlunterschied erzeugt. Der Schieber **71** bewegt sich stark in Richtung der axialen Linie, während er mit einer Bewegung der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden ist, und erreicht eine Position innerhalb des vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37**.

[0086] In diesem Fall beurteilt die CPU **90** zuerst, dass der Schieber **71** eine Position innerhalb des vorgegebenen Abstands, der von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** gemessen wurde, erreicht hat, indem das Schiebersignal genutzt wird, das von dem Verschiebungssensor **80** über den Signalübertragungsweg **93** ausgegeben wurde.

[0087] Dann verarbeitet die CPU **90** ein von außen in den Schrittschaltmotor **40** über den Signalübertragungsweg **91** einzugebendes Signal, so dass der Schieber **71** eine Position innerhalb des vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder Verschlusskappe **37** nicht erreicht, wobei die Drehwelle **41** mit der Drehzahl rotiert, die der am nächsten ist, bei der sich die Drehwelle entsprechend dem Signal dreht, das von außen in den Schrittschaltmotor **40** über den Signalübertragungsweg **91** eingegeben wird, und gibt das verarbeitete Signal durch den Signalübertragungsweg **92** an den Schrittschaltmotor **40** aus.

[0088] Während die Ausführung so angeordnet ist, dass ein Zusammenstoßen des Schiebers **71** mit der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** verhindert wird, kann die Verschlusskappe **36** oder die Verschlusskappe **37** durch ein beliebiges Element ersetzt werden, das nicht mit dem Schieber **71** zusammenstoßen wird.

[0089] Der Verschiebungssensor **80** ist nicht auf die in den Ausführungen eingesetzten Sensoren beschränkt sondern kann ein beliebiger anderer Sensor sein, wenn er für eine Schieberposition, in Richtung der axialen Linie des Steuerventils **70** betrachtet, geeignet ist.

<Vierte Ausführung>

[0090] Eines der Merkmale der in [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) gezeigten Ausführung liegt darin, dass die mechanische Anordnung der ersten Ausführung um den Drehzahl-Detektor **180** ergänzt ist.

[0091] Mit dem einen Ende der zweiten schrägverzahnten Welle **53** ist eine Detektorwelle **181** als vierte Welle verbunden. Die Detektorwelle **181** ist in dem ersten Gehäuse **184** und dem zweiten Gehäuse **185** der Erfassungseinrichtung, die an dem zweiten Gehäuse **31** montiert sind, aufgenommen und am zweiten Gehäuse **185** der Erfassungseinrichtung durch ein Lager **183** drehbar gelagert. Der Drehzahl-Detektor **180** ist als eine Drehzahl-Erfassungseinrichtung in dem ersten Gehäuse **184** der Erfassungseinrichtung eingebaut. Der Drehzahl-Detektor **180** erfasst die Anzahl von Umdrehungen der Detektorwelle **181** am anderen Ende der Detektorwelle **181** und gibt entsprechend der Anzahl von Umdrehungen der Detektorwelle ein Drehzahl-Signal aus. In einem durch das erste Gehäuse **184** der Erfassungseinrichtung und der Detektorwelle **181** gebildeten Zwischenraum ist eine Dichtung **182** angeordnet. Die Dichtung sperrt den Durchfluss von Betriebsöl aus dem zweiten Gehäuse **31** in den Drehzahl-Detektor **180**.

[0092] Die Bezugszahl **190** bezeichnet eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) als Signalverarbeitungseinrichtung. Die CPU **190** empfängt ein in den Schrittschaltmotor **40** einzugebendes Signal und das Drehzahl-Signal. Die CPU **190** verarbeitet das eingegebene Signal durch Nutzung der Drehzahl der Drehwelle **41** und des Drehzahl-Signals, so dass eine Position des Schiebers **71**, in den Schieber **71** betrachtet, innerhalb eines vorgegebenen Bereiches angeordnet ist, und gibt das bearbeitete an den Schrittschaltmotor **40** aus. In den Abbildungen bezeichnen **191**, **192** und **193** jeweils Signalübertragungswege.

[0093] Es wird eine Beschreibung der Arbeitsweise des elektrohydraulischen Servomotors **100** gegeben, die verhindert, dass der Schieber **71** mit der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** zusammenstößt.

[0094] Wenn der Schieber **71** bedeutend in Richtung der axialen Linie bewegt wird während er mit einer Bewegung der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden ist, und sich einer Position innerhalb eines von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** gemessenen vorgegebenen Abstands annähert, ändert sich die Anzahl von Umdrehungen der Antriebswelle **51** oder der zweiten schrägverzahnten Welle **53**, da eine Position der ersten schrägverzahnten Welle **52** in Richtung der axialen Linie durch die Drehzahl der Antriebswelle **51** und der zweiten schrägverzahnten Welle **52** bestimmt wird.

[0095] Da die Drehzahl der Antriebswelle **51**, d. h. die Anzahl von Umdrehungen der Drehwelle **41** durch das von der CPU **190** ausgegebene Signal bestimmt wird, stellt die CPU **190** immer die Drehzahl der Antriebswelle **51** bereit. Da die Drehzahl der zweiten schrägverzahnten Welle **53**, d. h. die Anzahl von Umdrehungen der Detektorwelle **181**, in der Form eines Drehzahl-Signals auf die CPU **190** von dem Drehzahl-Detektor **180** durch den Signalübertragungsweg **193** angewandt wird, erzielt die CPU **190** immer die Anzahl von Umdrehungen der zweiten schrägverzahnten Welle **53** aus dem Drehzahl-Signal, das von dem Drehzahldetektor **180** ausgegeben wird.

[0096] Wenn sich die Drehzahl der Antriebswelle **51** oder der zweiten schrägverzahnten Welle **53** ändert, beurteilt die CPU **190**, dass der Schieber **71** eine Position innerhalb eines vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** erreicht hat.

[0097] Wenn die CPU **190** beurteilt, dass der Schieber **71** eine Position innerhalb eines vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** erreicht hat, verarbeitet die CPU **190** ein in den Schrittschaltmotor **40** einzugebendes Signal, das durch den Signalübertragungsweg **191** ankommt, indem das Drehzahl-Signal und die Drehzahl der Drehwelle **41** genutzt werden, so dass der Schieber **71** eine Position innerhalb eines vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** nicht erreicht, nämlich eine Position des Schiebers **71**, in Richtung der axialen Linie betrachtet, innerhalb eines vorgegebenen Bereiches liegt. Dann gibt die CPU **190** das verarbeitete durch den Signalübertragungsweg **192** an den Schrittschaltmotor **40** aus.

[0098] Wenn die CPU **190** das Signal an den Schrittschaltmotor **40** über den Signalübertragungsweg **192** ausgibt, dreht der Impulsmotor **40** die Drehwelle **41** entsprechend dem ausgegebenen Signal der CPU **190**, so dass eine Position des Schiebers **71** innerhalb des vorgegebenen Bereiches angeordnet ist.

[0099] Auf diese Weise verhindert der elektrohydraulische Servomotor **100**, dass der Schieber **71** mit der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** zusammenstößt.

[0100] Es folgen beispielhafte Fälle, bei denen sich der Schieber **71** einer Position innerhalb des vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37** annähert. In einem ersten Fall gibt die CPU **191** über den Signalübertragungsweg **192** ein Signal an den Schrittschaltmotor **40** aus. Die Folge ist, dass zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** ein großer Drehzahlunter-

schied erzeugt wird. Der Schieber **71** bewegt sich bedeutend in Richtung der axialen Linie, während er mit einer Bewegung der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden ist, und nähert sich einer Position innerhalb des vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37**. In einem anderen Fall nimmt die Ausgangswelle **61** eine Belastung von einer externen Maschine auf. Folglich wird zwischen der Drehwelle **41** und der Ausgangswelle **61** ein großer Drehzahlunterschied erzeugt, und der Schieber **71** bewegt sich stark in Richtung der axialen Linie während er mit der ersten schrägverzahnten Welle **52** verbunden ist, und nähert sich einer Position innerhalb des vorgegebenen Abstands von der Verschlusskappe **36** oder der Verschlusskappe **37**.

[0101] Der Drehzahl-Detektor **180** ist nicht auf den dargestellten beschränkt, sondern kann ein beliebiger Detektor sein, der für die Drehzahl der Detektorwelle **181** geeignet ist.

Patentansprüche

1. Elektrohydraulischer Servomotor, der umfasst: einen Elektromotor (**41**), der eine Antriebswelle (**51**) in Reaktion auf ein eingegebenes Signal dreht; einen Hydraulikmotor (**60**), der eine Ausgangswelle (**61**) unter Nutzung von hydraulischem Druck von Betriebsöl dreht; eine erste Zahnwelle (**53**), die zusammen mit der Ausgangswelle (**61**) gedreht werden kann; eine zweite Zahnwelle (**52**), die in Gewindeeingriff mit der Antriebswelle (**51**) ist und mit der ersten Zahnwelle (**53**) kämmt; einen Schieber (**71**, **71A**, **71B**), der in Abhängigkeit von einer Drehdifferenz zwischen der Antriebswelle (**51**) und der ersten Zahnwelle (**53**) axial zusammen mit der zweiten Zahnwelle (**52**) bewegt werden kann, um Zufuhr und Austritt des Betriebsöls zu dem Hydraulikmotor (**60**) bzw. aus ihm zu steuern, dadurch gekennzeichnet, dass der Schieber (**71**) ein einzelnes integrales Element mit einer länglichen Nut (**71C**) ist, die in dem Schieber (**71**) ausgebildet ist und sich in der axialen Richtung desselben erstreckt, wobei die zweite Zahnwelle (**52**) in der Nut (**71C**) angeordnet ist, oder dadurch, dass der Schieber in ein erstes und ein zweites getrenntes Schieberelement (**71A**, **71B**) unterteilt ist, die jeweils drehbar mit beiden Enden der zweiten Zahnwelle (**52**) gekoppelt sind, die sich dazwischen befindet.

2. Elektrohydraulischer Servomotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Schieberelement (**71A**, **71B**) aufeinander zugeedrückt werden.

3. Elektrohydraulischer Servomotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er des Weiteren umfasst:

einen Verschiebungssensor (**80**), der eine axiale Position des Schiebers (**71, 71A, 71B**) erfasst.

4. Elektrohydraulischer Servomotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er umfasst: einen Drehsensor (**180**), der die Anzahl von Umdrehungen der ersten Zahnwelle (**53**) erfasst.

5. Elektrohydraulischer Servomotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Achse der zweiten Zahnwelle (**52**) parallel zu einer Achse des Schiebers (**71**) ist.

6. Elektrohydraulischer Servomotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass er des Weiteren umfasst: ein Paar Lager (**55, 56**), die die zweite Zahnwelle (**52**) mit dem Schieber (**71, 71A, 71B**) koppeln, um den Schieber (**71, 71A, 71B**) entlang der zweiten Zahnwelle (**52**) zu schieben, jedoch relative Drehung der zweiten Zahnwelle (**52**) und des Schiebers (**71, 71A, 71B**) zueinander zulassen.

7. Elektrohydraulischer Servomotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass er des Weiteren umfasst: eine Einrichtung, die Drehung des Schiebers (**71, 71A, 71B**) verhindert.

8. Elektrohydraulischer Servomotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebswelle (**51**) nicht parallel zu der ersten Zahnwelle (**53**) ist.

9. Elektrohydraulischer Servomotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebswelle (**51**) senkrecht zu der Zahnwelle (**53**) ist.

10. Elektrohydraulischer Servomotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass er des Weiteren umfasst: eine Schieberpositions-Erfassungseinrichtung (**80**), die eine axiale Position des Schiebers (**71, 71A, 71B**) erfasst und ein Schieberpositions-Signal ausgibt, das die erfasste axiale Position anzeigt; eine Eingangssignal-Verarbeitungseinrichtung, die ein in den Elektromotor einzugebendes Signal und das Schieberpositions-Signal empfängt, das in den Elektromotor (**40**) einzugebende Signal auf Basis des Schieberpositions-Signals korrigiert und das so korrigierte Signal an den Elektromotor (**40**) ausgibt, um die axiale Position des Schiebers (**71, 71A, 71B**) so zu steuern, dass sie in einen vorgegebenen Bereich fällt.

11. Elektrohydraulischer Servomotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (**40**) an einer Abschlussseite des Schiebers (**71, 71A, 71B**) angeordnet ist und die Schieberposi-

tions-Erfassungseinrichtung (**80**) an der anderen Abschlussseite des Schiebers (**71, 71A, 71B**) angeordnet ist.

12. Elektrohydraulischer Servomotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass er des Weiteren umfasst: eine Umdrehungszahl-Erfassungseinrichtung, die eine Anzahl von Umdrehungen der ersten Zahnwelle (**53**) erfasst und ein Umdrehungszahl-Signal ausgibt, das die so erfasste Anzahl von Umdrehungen anzeigt; und eine Eingangssignal-Verarbeitungseinrichtung, die ein in den Elektromotor einzugebendes Signal und das Umdrehungszahl-Signal empfängt, das in den Elektromotor einzugebende Signal auf Basis des Umdrehungszahl-Signals korrigiert und das so korrigierte Signal an den Elektromotor (**40**) ausgibt, um die axiale Position des Schiebers (**71, 71A, 71B**) so zu steuern, dass sie in einen vorgegebenen Bereich fällt.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG. 2

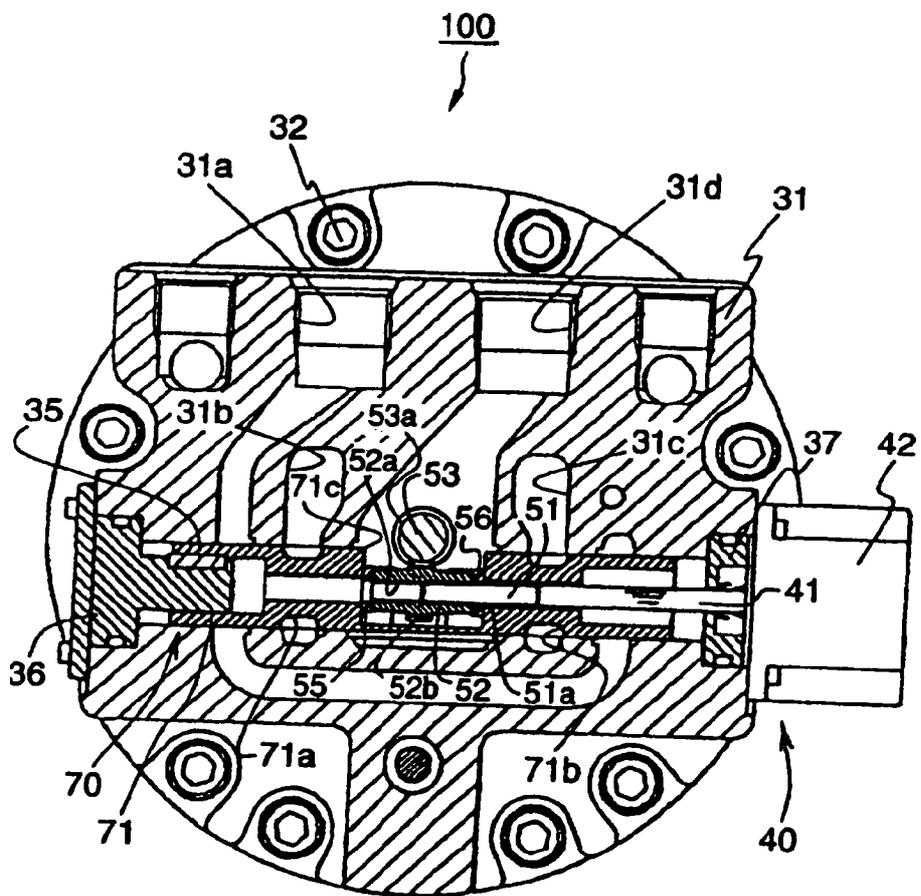


FIG. 3

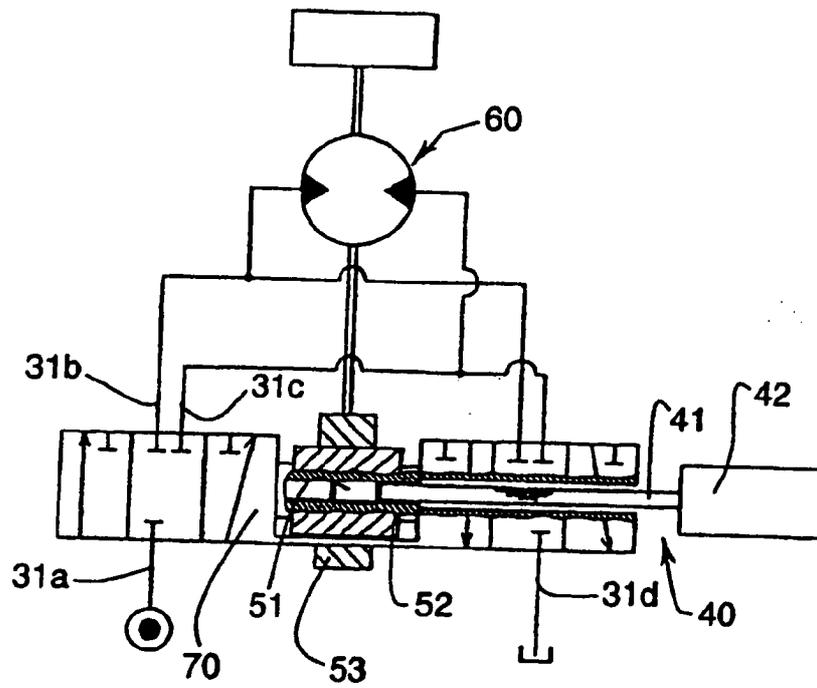


FIG. 4

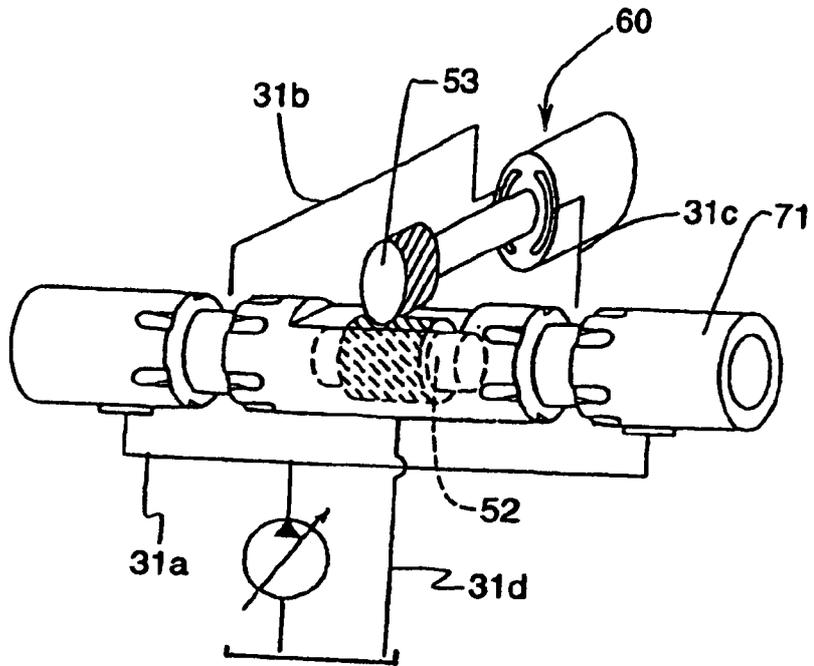


FIG. 5

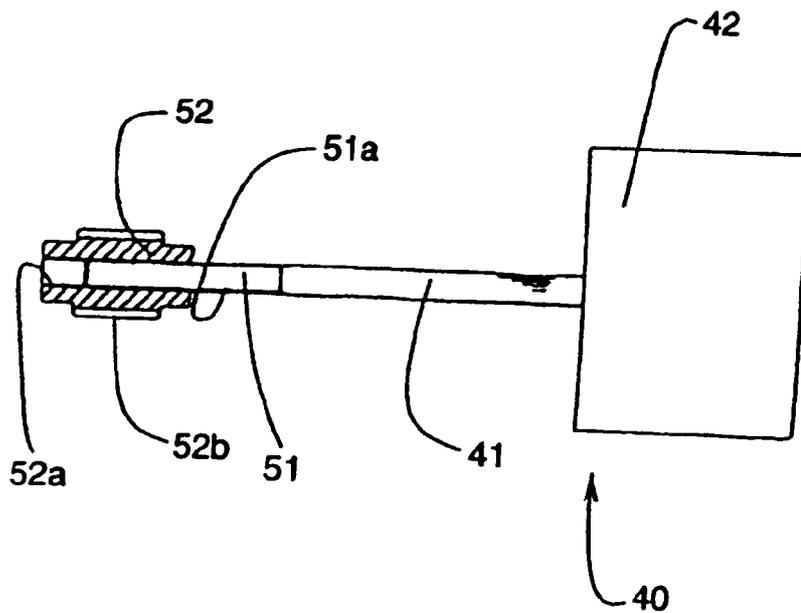


FIG. 6

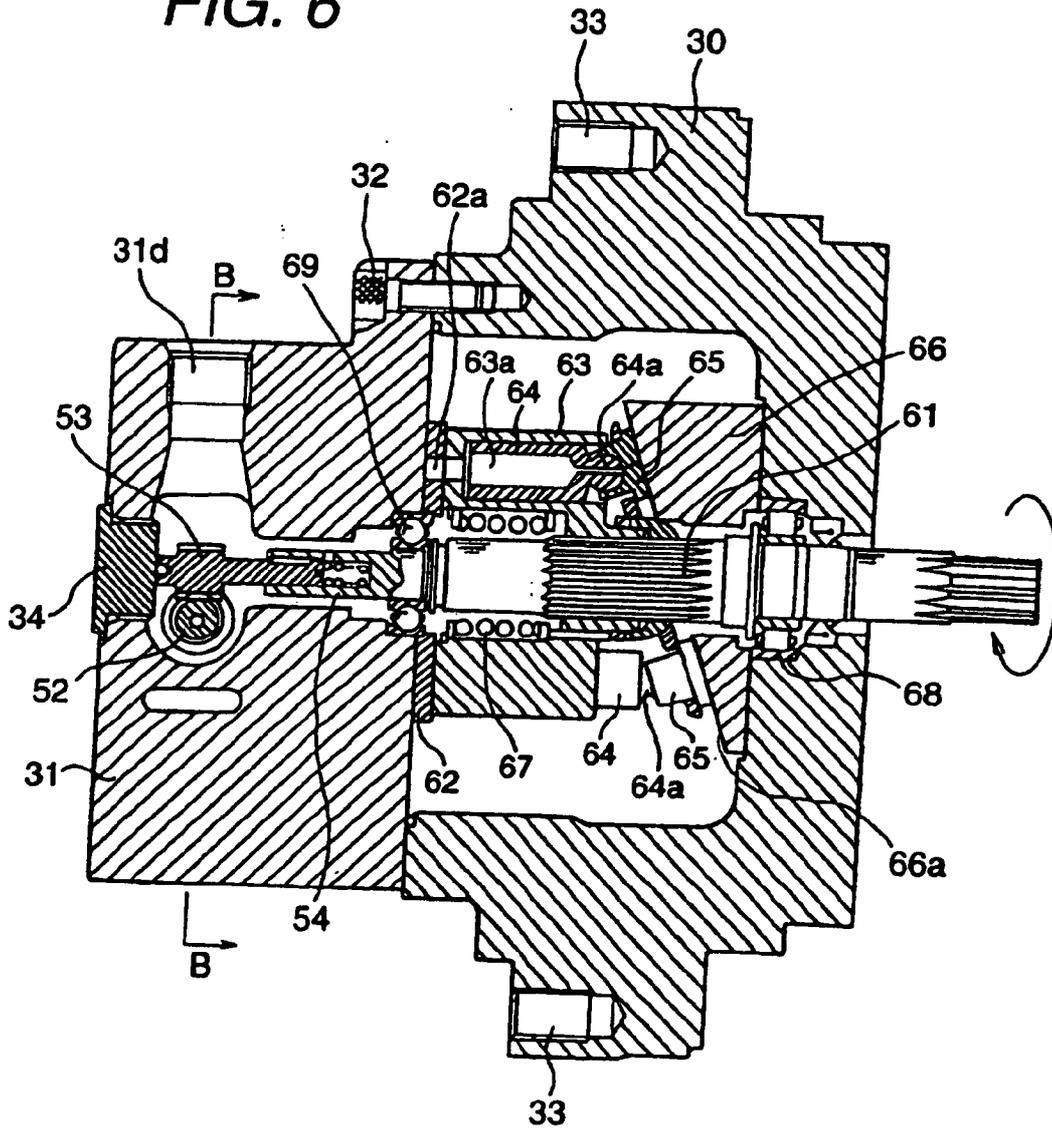


FIG. 7

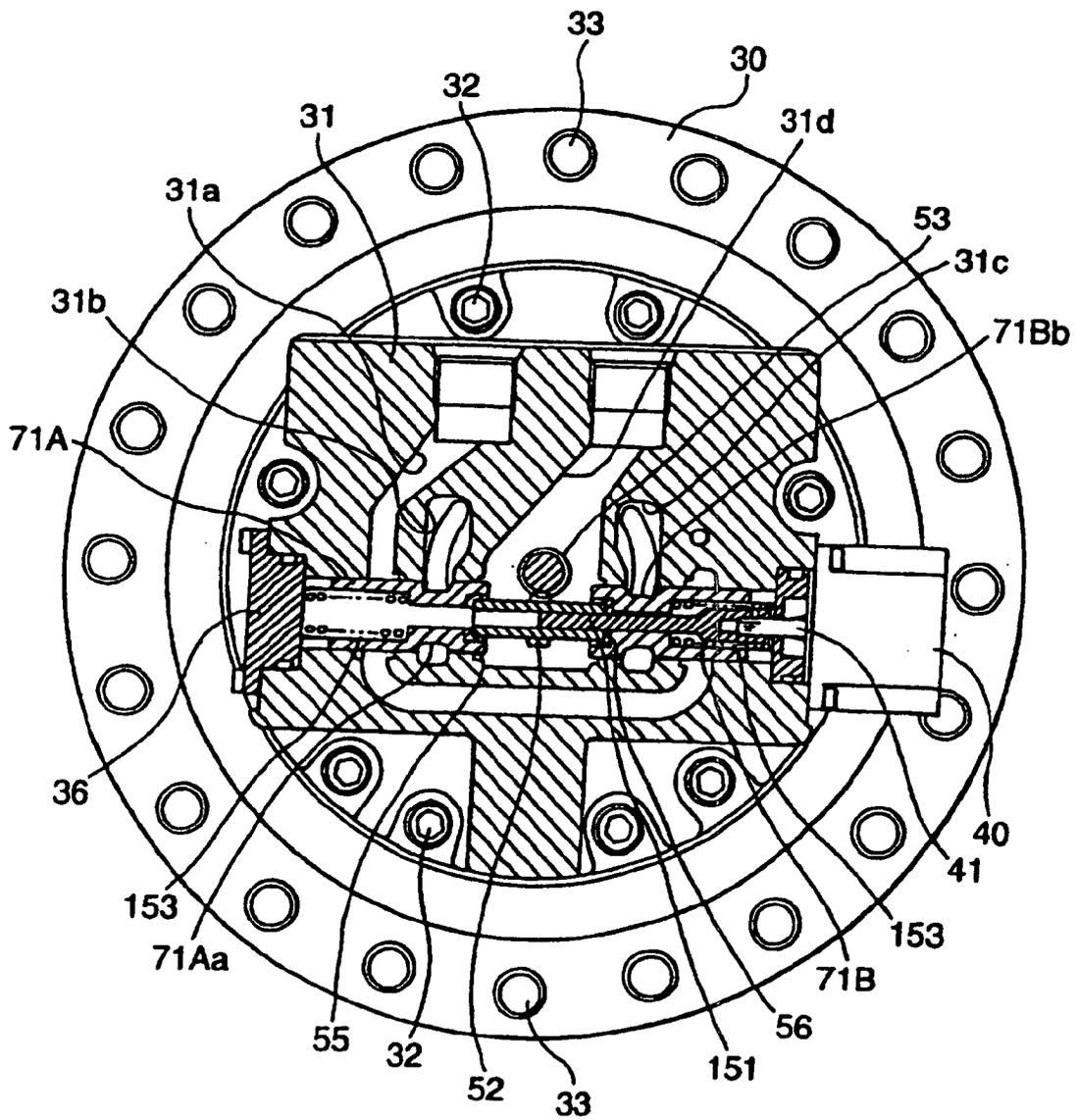


FIG. 8

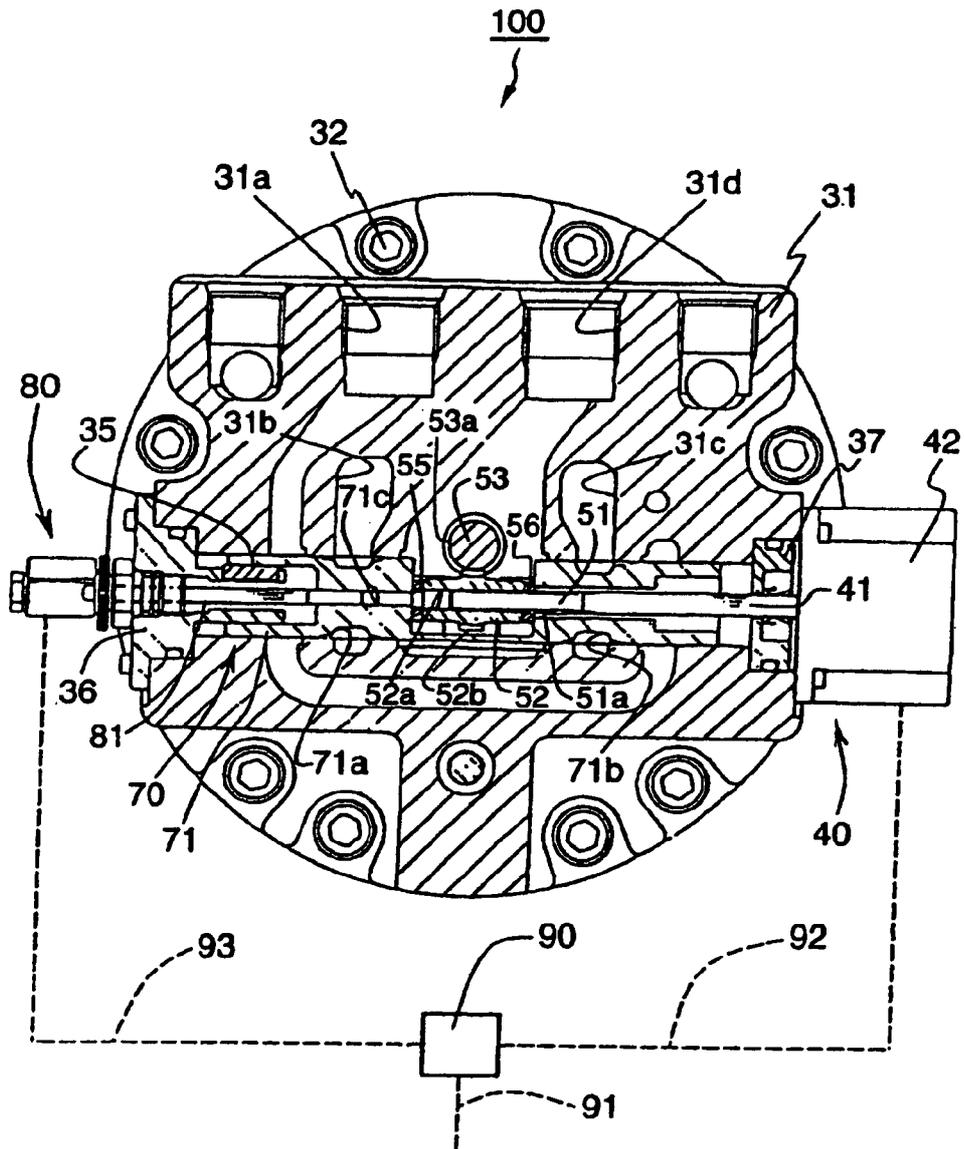


FIG. 9

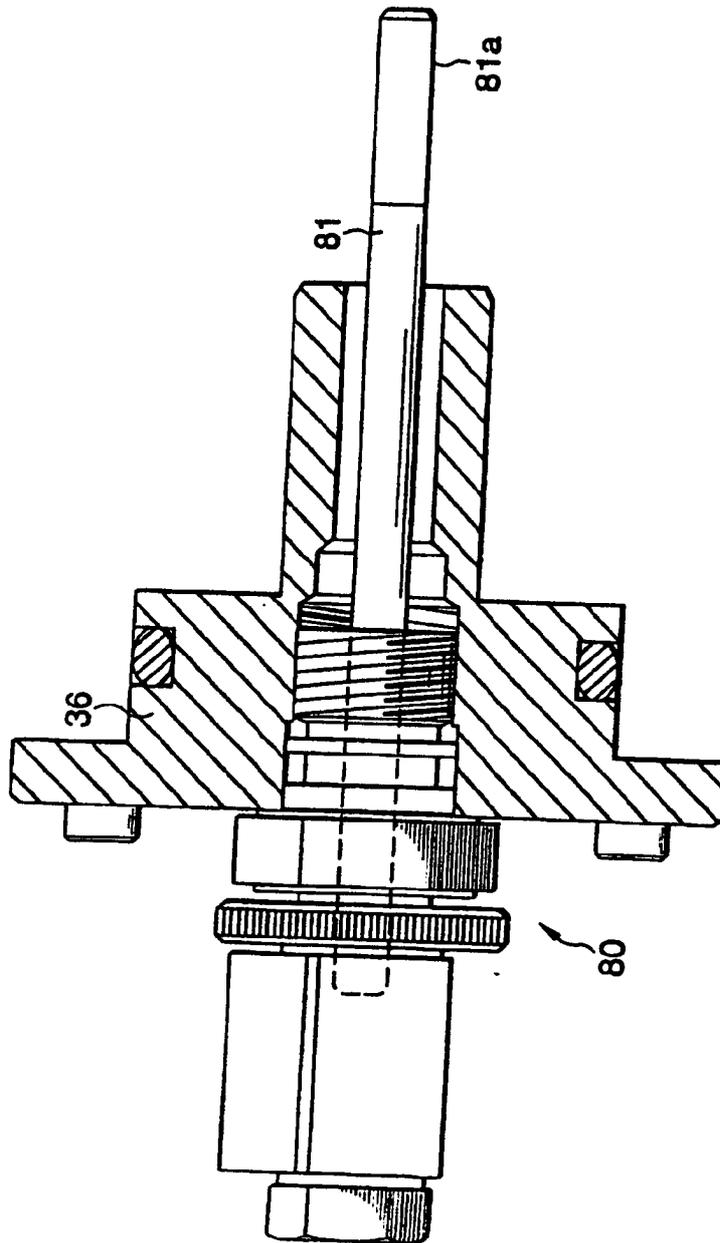


FIG. 10

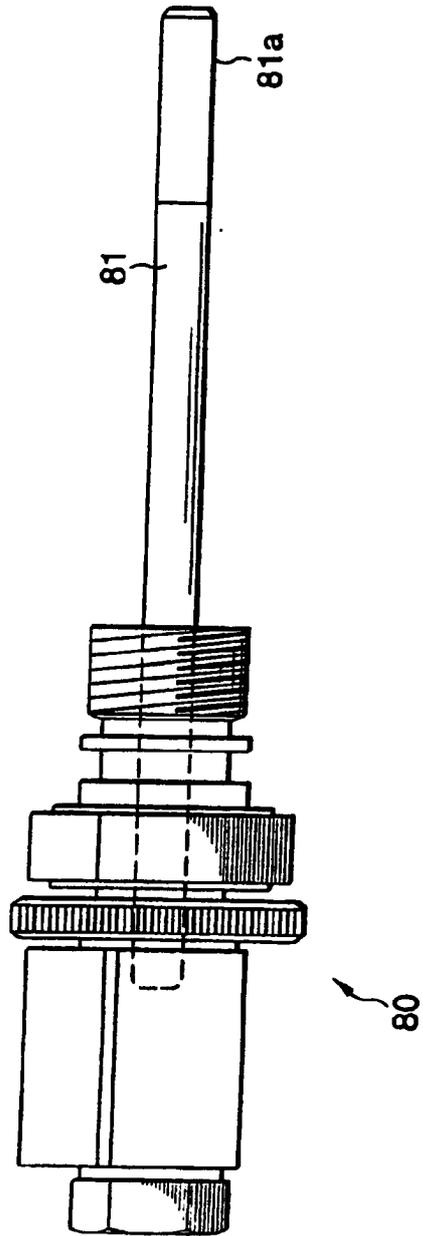


FIG. 11

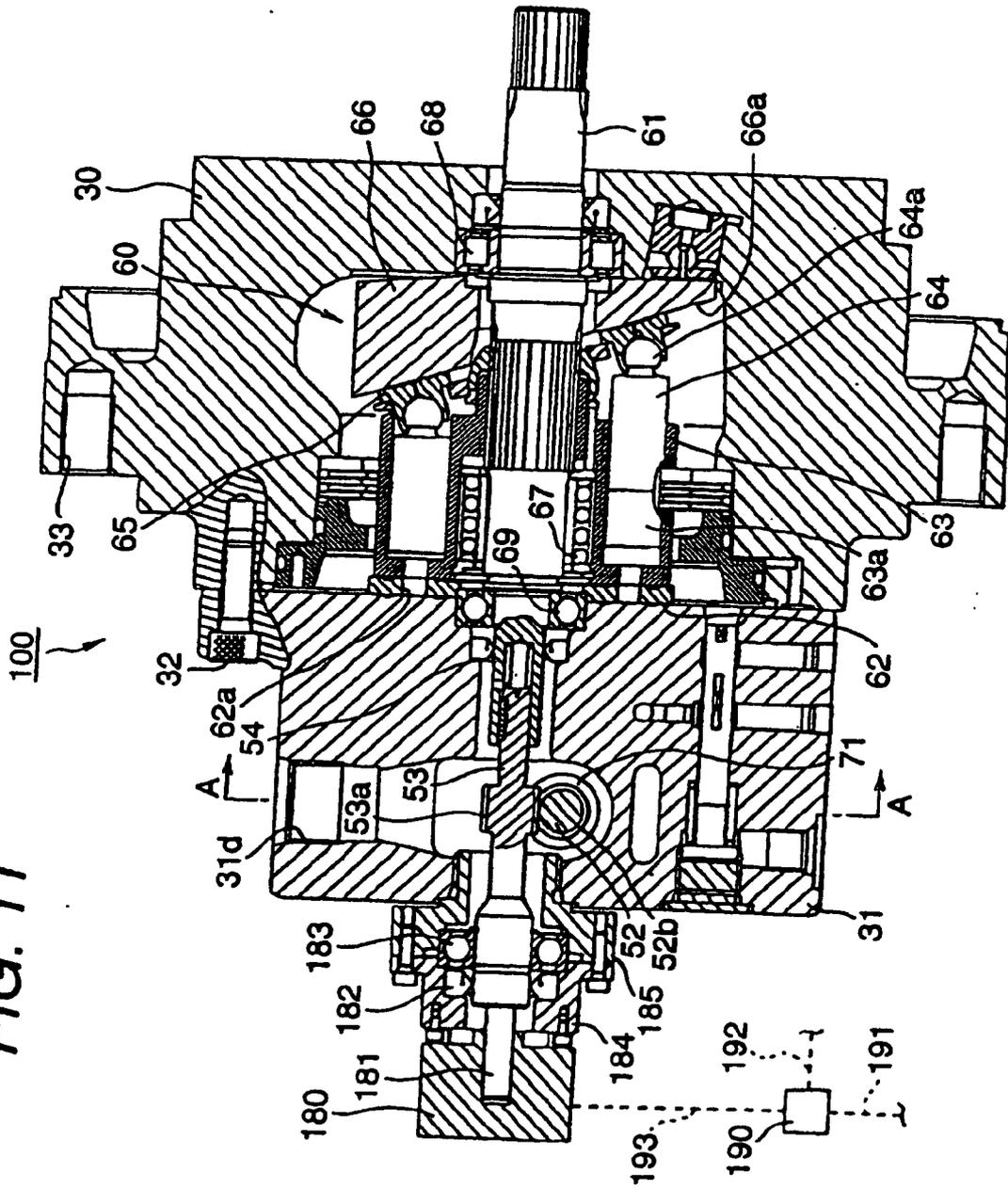


FIG. 13

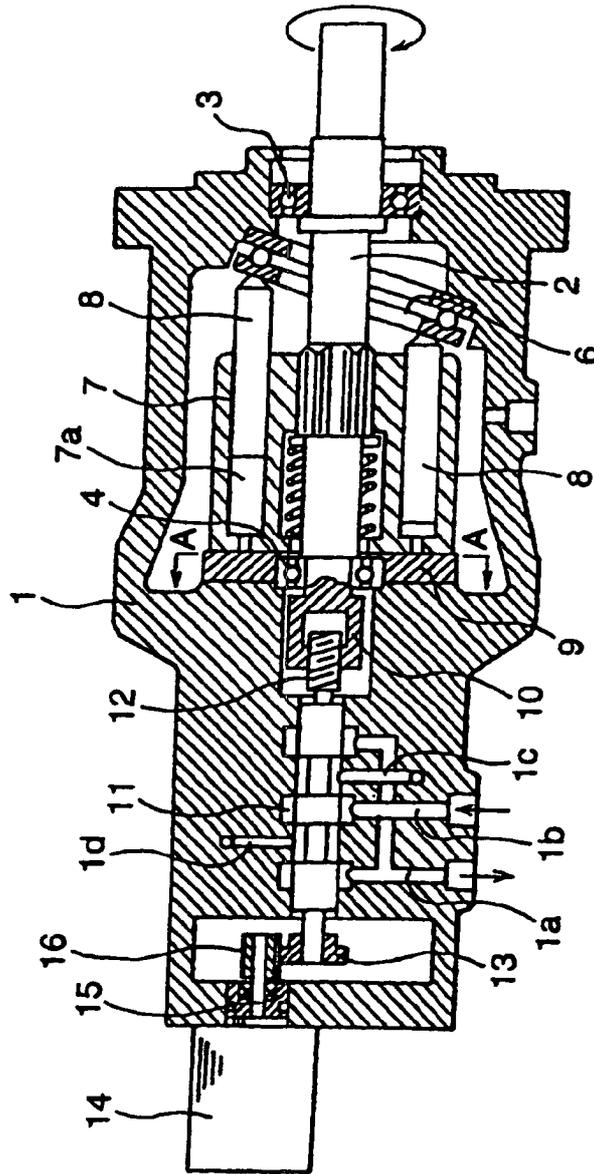


FIG. 14

