



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 23 005 T2** 2005.12.29

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 167 778 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 23 005.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP99/04716**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 940 586.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/61950**

(86) PCT-Anmeldetag: **31.08.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **19.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.01.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **29.12.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.12.2005**

(51) Int Cl.7: **F15B 13/044**

**F16K 11/078, D04H 18/00, A43B 23/17,
A61K 31/50, B30B 15/16**

(30) Unionspriorität:

10713499	14.04.1999	JP
13324099	13.05.1999	JP

(73) Patentinhaber:

**Amada Co., Ltd., Isehara, Kanagawa, JP; Naito,
Kinshiro, Isehara, Kanagawa, JP**

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IT, LI

(72) Erfinder:

**NAITO, Kinshiro, Isehara-shi, JP; SHIMIZU,
Masayuki, Odawara-shi, JP; HARA, Hideo,
Machida-shi, JP; TAKAHASHI, Osamu,
Hiratsuka-shi, JP**

(54) Bezeichnung: **DREHBARES SERVOVENTIL UND EINE, DAS DREHBARE SERVOVENTIL VERWENDEnde, HYDRAULISCHE-STANZPRESSE SERVOVORRICHTUNG**

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

Technischer Bereich

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein drehbares Servoventil, das die Durchflusssteuerung und die Drucksteuerung in dem Hydraulikkreislauf jeder industriellen Maschinenanlage ausführt und auf ein durch Stanzpressen-Flüssigkeit betriebenes Servosystem, das dieses Ventil verwendet.

Hintergrund der Technik

[0002] Für das durch Flüssigkeit betriebene Servosystem werden allgemein im herkömmlichen technischen Bereich von hydraulisch gesteuerten Werkzeugmaschinen und industriellen Maschinenanlagen direkt angetriebene Servoventile oder elektromagnetisch proportionale Steuer-Servoventile und andere Steuerventile verwendet.

[0003] FR2-A-2 214 362 betrifft ein Servoventil, das ein Hauptkörper-Ventil umfasst, das für den Einlass von zwei Druckfluiden, die einen unterschiedlichen Druck aufweisen, mit einer Vielzahl von Einlassanschlüssen und mit einer Vielzahl von Zuführanschlüssen für das Zuführen einer Vielzahl von Druckfluiden, die den gewünschten Antrieben zugeführt werden, ausgestattet ist, und ein erster beweglicher Schieber und ein zweiter Schieber sind gegeneinander konzentrisch angeordnet.

[0004] JP-B2-57 020 240 bezieht sich auf eine Steuerventil-Vorrichtung, die ein Hauptkörper-Ventil umfasst, das für den Einlass von zwei Druckfluiden, die einen unterschiedlichen Druck aufweisen, mit einer Vielzahl von Einlassanschlüssen und einer Vielzahl von Zuführanschlüssen für das Zuführen einer Vielzahl von Druckfluiden, die den gewünschten Antrieben zugeführt werden, ausgestattet ist, und ein beweglicher Schieber, der in dem Hauptkörper-Ventil installiert ist, was einem der vielen Einlassanschlüsse erlaubt, wahlweise mit einem der vielen Zuführanschlüsse in Verbindung zu stehen.

[0005] In hydraulisch angetriebenen Stanzpressen wird zum Beispiel der Hub des hydraulischen Zylinderkolbens nach folgenden vier Mustern gesteuert: schneller Ansteuerungshub, langsamer Stanz-Hub, Hochgeschwindigkeits-Abwärts-Hub, wobei gleichzeitig Späne abgeschüttelt werden, und schneller Rücklauf-Hub, um einen niedrigen Geräuschpegel und geringe Vibrationen zu erreichen.

[0006] Um den Hub nach den oben erwähnten vier Mustern zu steuern, sind, wie in dem Hydraulikkreislauf in [Fig. 1](#) gezeigt, eine hydraulische Hochdruckpumpe **207** und eine Niederdruckpumpe **209** über den Ansaugfilter **205** von dem Ölbehälter **203** ausgehend eingerichtet, um den hydraulischen Zylinder

201 zu betreiben. Die Hochdruckrohrleitung **211** und die Niederdruckrohrleitung **213** an den Ablassenden der hydraulischen Pumpe **207** und die Niederdruck-Hydraulik-Pumpe **209** sind durch das Hoch-Nieder-Druck-Wähl-Ventil **215** verbunden und das Ablassende dieses Hoch-Nieder-Druck-Wähl-Ventils **215** ist mit der oberen Ölkammer **219** und der unteren Ölkammer **221** des Hydraulikzylinders **201** über das Über-Unter-Wähl-Ventil **217** verbunden.

[0007] In der Mitte der Hochdruckrohrleitung **211** und der Niederdruckrohrleitung **213** sind ein Hochdruckspeicher **223**, ein Niederdruckspeicher **225** und andere Steuerventile eingerichtet.

[0008] In dem oben erwähnten Hydraulikkreislauf wird ein Niederdruck-Hochdurchfluss-Hydraulik-Fluid gesteuert, um dem Hydraulikzylinder **201** in dem schnellen Ansteuerungshub, dem schnellen Rücklauf-Hub und dem Span-Abschüttel-Hub zugeführt zu werden, und das Hochdruck-Niederdurchfluss-Hydraulik-Fluid wird gesteuert, um dem Stanzhub zugeführt zu werden.

[0009] Zum Betreiben des hydraulischen Zylinders **201** wird nun in dem oben erwähnten herkömmlichen Steuerungssystem, zur Umstellung von Hoch- auf Niederdruck, ein Hoch-Nieder-Druck-Wähl-Ventil **215** über dem oberen und dem unteren Ende des Hydraulikzylinders benötigt. Auf diese Art und Weise werden ein oder mehrere Steuerventile für einen Kreislauf benötigt, und der Aufwand für den Kreislauf erhöht sich. Infolgedessen gibt es ein Problem, dadurch, dass eine Feinsteuerung schwierig wird.

[0010] Zusätzlich wird ein Raum für die Einrichtung einer Vielzahl von Ventilen **215** und **217** benötigt, was ein Problem verursacht, indem eine Größenreduzierung des Systems verhindert wird, und eine Zunahme von Ventilen **215** und **217** neigt dazu, das Risiko von Ölleckagen zu erhöhen und bewirkt ein Energieverlust-Problem.

[0011] Ferner werden hydraulische Rohrleitungssysteme und elektrische Leitungen zum Betreiben der Ventile **215** und **217** benötigt, was jeweils ein Problem des erhöhten Systemaufwandes bewirkt.

[0012] Der hydraulische Verteiler, an den die zwei Servoventile (**215**, **217**) angeschlossen sind, benötigt zwei Systeme für Hochdruck und Niederdruck und einen Zweiwegkreislauf für Auf- und Abbewegungen, was den hydraulischen Verteilerkreislauf extrem kompliziert macht und zu einem großen Querschnitt führt, was sich störend auf die Umfangreduzierung des Systems auswirkt.

[0013] In dem direkt betriebenen Servoventil oder einem elektromagnetisch proportional betriebenen

Servoventil wird ein Verfahren zur Ermittlung der Verschiebung des eingebauten Schiebers mit einem Differentialtransformator und zur Rückmeldung des ermittelten Ergebnisses an die Schieber-Verschiebe-Anweisungs-Signale verwendet. Da der Differentialtransformator jedoch einen Ermittlungsgrundsatz verwendet, bei dem Spulen benutzt werden, ändert sich die Verschiebungs-Ermittlung (die Temperatur weicht ab) durch die Außentemperatur und es werden Ermittlungsfehler erzeugt, die das Erreichen einer hochgenauen Schieber-Positions-Steuerung erschweren.

[0014] Da es in dem Ventilherstellungsprozess einen individuellen Unterschied zwischen den Verarbeitungsformaten des Ventil-Hauptkörpers und dem Schieber des Servoventils gibt, wird sowohl ein Unterschied in der Öffnungs-Anfangsposition des Hydraulikfluid-Zuführanschlusses erzeugt, als auch in dem Verhältnis zwischen dem Schieber-Verschiebungsgrad und dem Zuführ-Durchfluss, und in dem herkömmlichen, flüssigkeitsbetriebenen Servosystem mit zwei kombinierten Servoventilen ergibt sich ein Problem der unterschiedlichen Durchflussmerkmale jedes Servosystems. Wenn zwei Servosysteme kombiniert werden, verlängert sich außerdem der Ölkanal, der die beiden Servoventile verbindet, und die Rückmeldegeschwindigkeit des Ventils für die Steueranweisungen verlangsamt sich.

Offenlegung der Erfindung

[0015] Dementsprechend wurde die Erfindung gemacht, um die oben beschriebenen Probleme zu lösen, und es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein kompaktes und hochgenaues drehbares Servoventil bereitzustellen, das sowohl mit Zufuhr-Fluid-Wahl-Fähigkeiten und Durchfluss-Steuer-Fähigkeiten, als auch mit einem durch Stanzpressen-Flüssigkeit betriebenen Servosystem ausgestattet ist, das das Ventil verendet.

[0016] Um das oben erwähnte Ziel zu erreichen, befasst sich die vorliegende Erfindung mit einem drehbaren Servoventil nach den Ansprüchen 1 bis 8.

[0017] Um das oben erwähnte Ziel zu erreichen, befasst sich die vorliegende Erfindung auch mit einem Stanzpressen-Hydraulik-Servosystem nach den Ansprüchen 9 bis 11.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] [Fig. 1](#) ist ein Kreislaufdiagramm eines herkömmlichen hydraulischen Servosystems in einer hydraulisch angetriebenen Stanzpresse;

[0019] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht der ersten Ausführungsform des drehbaren Servoventils, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist;

[0020] [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie III-III in [Fig. 2](#);

[0021] [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie IV-IV in [Fig. 2](#);

[0022] [Fig. 5](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie V-V in [Fig. 2](#);

[0023] [Fig. 6](#) ist eine schematische Ansicht, die die andere Ausführungsform zeigt, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist;

[0024] [Fig. 7](#) ist eine schematische Ansicht, die eine weitere Ausführungsform zeigt, die nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist;

[0025] [Fig. 8A](#) bis einschließlich [Fig. 8C](#) sind erläuternde Darstellungen, die die Beziehung zwischen der Zuführöffnung für das verdichtete Öl und der Anschlussöffnung zeigt, wenn der Schieber sich dreht;

[0026] [Fig. 9](#) ist eine erläuternde Darstellung eines Stanzpressen-Hydraulik-Servosystems;

[0027] [Fig. 10](#) ist ein Diagramm, das den Kolbenhub eines Hydraulikzylinders in dem Hydraulik-Servosystem von [Fig. 9](#) zeigt;

[0028] [Fig. 11](#) ist eine Querschnittsansicht der zweiten Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung;

[0029] [Fig. 12](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie XII-XII in [Fig. 11](#);

[0030] [Fig. 13](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie XIII-XIII in [Fig. 11](#);

[0031] [Fig. 14](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie XIV-XIV in [Fig. 11](#);

[0032] [Fig. 15](#) ist eine Querschnittsansicht der dritten Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung;

[0033] [Fig. 16](#) ist eine Querschnittsansicht der vierten Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung;

[0034] [Fig. 17](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie XVII-XVII in [Fig. 16](#); und

[0035] [Fig. 18](#) ist eine Querschnittsansicht der fünften Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung.

Beste Methode zur Ausführung der Erfindung

[0036] Nun werden im Folgenden die besonderen

Konfigurationen der vorliegenden Erfindung ausführlich beschrieben.

[0037] [Fig. 2](#) ist eine erläuternde Darstellung, die ein Beispiel für den Fall gibt, in dem der Kolben **5** des Hydraulikzylinders **3**, unter Hoch- oder Niederdruck durch das drehbare Servoventil nach der vorliegenden Erfindung, vertikal bewegt wird. Bezüglich [Fig. 2](#) weist das drehbare Servoventil **1** nun einen Schieber **11** auf, der in einer Schieber-Führungsöffnung **7**, bereit für den Ventil-Hauptkörper **9**, der mit einer Schieber-Führungsöffnung **7** ausgestattet ist, sich frei drehen und gleiten kann.

[0038] Ein lineares Stellglied **13**, wie ein elektromagnetisches Solenoid, und ein Linearmotor sind als erweiternder Bewegungsmechanismus für die Bewegung des Schiebers **11** entlang der Schieber-Führungsöffnung **7** bereitgestellt. Ein Hilfsmotor **15**, wie ein Wechselstrom-Servomotor, ein Gleichstrom-Servomotor und ein Schrittmotor sind als Drehmechanismus zur Drehung des Schiebers **11** bereitgestellt. Ein optischer Drehgeber **16** ist zur Ermittlung des Drehwinkels des Schiebers **11** bereitgestellt.

[0039] Der Drehgeber **16** wird auch zur Vektorsteuerung des Servomotors **15** selbst und zur Rückmeldung des Drehwinkels verwendet. Außerdem kann als Ermittler des Drehwinkels ein magnetischer Drehermittler, ein Drehmelder, etc. verwendet werden.

[0040] Das lineare Stellglied **13** ist an der rechten Stirnfläche des Ventil-Hauptkörpers **9** installiert (in [Fig. 2](#)) und über ein Lager **17** damit verbunden, das nur eine Drehbewegung zulässt, um dem Schieber **11** zu erlauben, während er sich drehen kann, in horizontale Richtung geschoben oder gezogen zu werden.

[0041] Auf der anderen Seite ist der Servomotor **15** durch einen Block **27** an der linken Stirnfläche des Ventil-Hauptkörpers **9** montiert. Die Keilwelle **21**, die auf der Drehwelle **19** des Servomotors **15** montiert ist, ist eine in Keilöffnung **25** eingesetzt, die in dem Vorsprung **23** ausgebildet ist, der von dem Schieber **11** in Richtung linke Stirnfläche vorstehend, bereitgestellt ist.

[0042] Folglich überträgt der Servomotor **15** eine Rotation, während der Schieber sich in horizontaler Richtung hin und her bewegen kann.

[0043] An der Seitenfläche (Bodenfläche in [Fig. 2](#)) des Ventil-Hauptkörpers **9** ist folgendes angeordnet: ein Niederdruck-Pumpenanschluss **33** als ein Einlassanschluss verbunden mit der Niederdruckpumpe **29** zur Zufuhr von Niederdruckfluid über die Rohrleitung **31**, ein Hochdruck-Pumpenanschluss **39** als ein Einlassanschluss mit der Hochdruckpumpe **35** zur Zufuhr von Hochdruckfluid über die Rohrleitung **37** ver-

bunden, eine A-Anschlussöffnung **45** ist als Zufuhranschluss zur Zufuhr von Druckfluid über die Rohrleitung **43** mit der oberen Kammer **41** des Hydraulikzylinders **3** verbunden, eine B-Anschlussöffnung **51** ist als Zufuhranschluss für die Zufuhr von Druckfluid über die Rohrleitung **49** mit der unteren Kammer **47** des Hydraulikzylinders **3** verbunden, eine TB-Anschlussöffnung **55** ist als Zylinderanschluss zum Ablassen des Druckfluids von der unteren Kammer **47** des Hydraulikzylinders über die Rohrleitung **53** verbunden, eine TA-Anschlussöffnung **59** ist als Zylinderanschluss zum Ablassen des Druckfluids von der oberen Kammer **41** des Hydraulikzylinders **3** über die Rohrleitung **57** verbunden und eine T-Anschlussöffnung **65** ist über die Rohrleitung **63** mit dem Ölbehälter **61** verbunden, um das von dem Hydraulikzylinder **3** abgelassene Druckfluid in den Ölbehälter **61** zurückzuleiten.

[0044] An dem Ölbehälter **61** ist eine Hochdruckpumpe **35** und eine Niederdruckpumpe **29**, die durch den Motor **67** angetrieben werden, angeordnet. Die Hochdruckpumpe **35** ist mit dem Hochdruck-Pumpenanschluss **39** des drehbaren Servoventils **1** über einen Hochdruckkreislauf (ein ausführliches Kreislaufdiagramm ist nicht dargestellt) verbunden, und die Niederdruckpumpe **29** ist mit dem Niederdruck-Pumpenanschluss **33** des drehbaren Servoventils **1** über einen Niederdruckkreislauf (ein ausführliches Kreislaufdiagramm ist nicht dargestellt) verbunden.

[0045] An dem Schieber **11** ist die erste Ölkammer **68**, die Hochdruck- oder Niederdrucköl enthält, auf der Seite des linearen Stellglieds **13** installiert, und die zweite Ölkammer **70**, die abgelassenes Öl mit annähernd Atmosphärendruck enthält, ist an der linken Seite des Servomotors **15** installiert, wobei eine Trennwand nahe der Mitte dazwischen installiert ist.

[0046] Die erste Ölkammer **68** ist mit einem Paar oberer und unterer rechtwinklig gegenüberliegenden Zuführöffnungen **73** (in [Fig. 2](#) wird nur die untere Öffnung gezeigt) und einem Paar oberer und unterer verlängerter rechtwinkliger Einkerbungen **77U** und **77L** ausgestattet. Die Einkerbungen **77U** und **77L** spielen durch Druckgleichgewicht innerhalb des Ventils auch eine Rolle bei dem gleichmäßigen Hin- und Herbewegen und Drehen des Schiebers.

[0047] Die zweite Ölkammer **70** ist außerdem mit einem Paar oberer und unterer verlängerter rechtwinkliger Einkerbungen **81U** und **81L** mit einer verlängerten breiten Einkerbung **83** links neben den Einkerbungen **81U** und **81L**, ausgestattet (siehe [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)).

[0048] Die Einkerbungen **77U**, **77L**, **81U**, **81L**, **83** sind in einer solchen Länge bereitgestellt, dass sie fähig sind, in freier Verbindung mit später beschriebenen

nen Anschlussöffnungen zu stehen, selbst wenn der Schieber **11** durch das lineare Stellglied **13** horizontal bewegt wird. Am äußeren Umfang der linken Stirnfläche des Schiebers **11** ist eine große Anzahl von Nuten **85** angeordnet, und Drucköl wird den Nuten **85** von der Niederdruck-Anschlussöffnung **33** oder dem Hochdruck-Pumpenanschluss **39**, etc. über einen Umgehungsanschluss **123** zugeführt, und es wird ein Ölfilm zwischen der Schieberführungsöffnung **7** und dem Schieber **11** gebildet, um eine Reibverschweißung zwischen der Schieberführungsöffnung **7** und dem Schieber **11** zu verhindern.

[0049] Nun wieder auf [Fig. 2](#) bezogen, sind innerhalb des Ventil-Hauptkörpers **9** verschiedene Ölkanäle ausgebildet. Eine Niederdrucköffnung **87** ist an der unteren Seite der Schieberführungsöffnung **7** bereitgestellt, was der Position der Druckölauführöffnung **73** an der unteren Seite entspricht, wenn der Schieber **11** durch das lineare Stellglied **13** nach rechts bewegt wird, und ein Ölkanal **89** ist zur freien Verbindung dieser Niederdrucköffnung **87** mit dem Niederdruck-Pumpenanschluss **33** ausgebildet.

[0050] Die Druckölauführöffnung **73** des Schiebers **11** ist in einer solchen Größe ausgebildet, dass er nicht von der Niederdrucköffnung **87** abgelenkt wird, selbst wenn der Schieber **11** in einem bestimmten Winkel gedreht wird. Außerdem ist eine Hochdrucköffnung **91** an der unteren Seite der Schieberführungsöffnung **7** installiert, was der oben erwähnten unteren Position entspricht, wenn der Schieber **11** durch das lineare Stellglied **13** nach links bewegt wird (Zustand in [Fig. 2](#)), und ein Ölkanal **93** ist zur freien Verbindung dieser Hochdrucköffnung **91** mit dem Hochdruck-Pumpenanschluss **39** ausgebildet.

[0051] Die Druckölauführöffnung **73** des Schiebers **11** ist in einer solchen Größe ausgebildet, dass er, wie im Fall der Niederdrucköffnung **87**, nicht von der Hochdrucköffnung **91** abgelenkt wird, selbst wenn der Schieber **11**, wie im Fall der Niederdrucköffnung **87**, in einem bestimmten Winkel gedreht wird.

[0052] Wenn der Schieber nach rechts bewegt wird, fließt Niederdrucköl über die Niederdruckpumpe **29**, die Rohrleitung **31**, den Niederdruckanschluss **33**, den Ölkanal **89**, die Niederdrucköffnung **87** und die Druckölauführöffnung **73** in die erste Ölkammer **68** des Schiebers **11**. Wenn der Schieber **11** in die linke Position bewegt wird, fließt außerdem auch Hochdrucköl über die Hochdruckpumpe **35**, die Rohrleitung **37**, den Hochdruckanschluss **39**, den Ölkanal **93**, die Hochdrucköffnung **91** und die Druckölauführöffnung **73** in die erste Ölkammer **68** des Schiebers **11**.

[0053] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, sind an dem Ventil-Hauptkörper **9** sowohl A-Anschluss-Auslässe **97** und **103** als auch B-Anschluss-Auslässe **101** und **105**

gegenüberliegend als Zylinderanschlüsse installiert. Die A-Anschluss-Auslässe **97** und **103** passen zu einer Innenseite des Ventil-Hauptkörpers **9** und stehen über den Ölkanal **107** in Verbindung mit der A-Anschlussöffnung **45**. Ähnlich passen die B-Anschluss-Auslässe **101** und **105** zu einer Innenseite des Ventil-Hauptkörpers **9** und stehen über den Ölkanal **109** in Verbindung mit der B-Anschlussöffnung **51**.

[0054] Wenn, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ein noch größerer Durchfluss, durch Installieren eines weiteren A-Anschluss-Auslasses **103'** und eines B-Anschluss-Auslasses **101'** angrenzend an den A-Anschluss-Auslass **103** abgesichert werden soll, kann der Bereich der A- und B-Anschluss-Auslässe verdoppelt werden.

[0055] Bezüglich [Fig. 4](#), sind nun an der zweiten Ölkammer **70** ein Paar oberer und unterer TB-Öffnungen **113** durch den Ölkanal **111** in Verbindung mit der TB-Anschlussöffnung **55** und Paar oberer und unterer TA-Öffnungen **117** durch den Ölkanal **115** in Verbindung mit der TA-Anschlussöffnung **59** installiert. Wenn ein noch größerer Durchfluss für den TA-Anschluss und den TB-Anschluss gefordert wird, werden, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, genau wie die A-Anschlussöffnung **45** und die B-Anschlussöffnung **51**, die TA-Öffnung **117'** und die TB-Öffnung **113'** angrenzend an die TA-Öffnungen **117** und die TB-Öffnungen **113** ausgebildet, um die Bereiche zu verdoppeln.

[0056] Bezüglich [Fig. 5](#) ist nun oben und unten in der Nähe des linken Endes der zweiten Ölkammer **70** ein T-Anschluss-Auslass **119** installiert. Dieser T-Anschluss-Auslass **119** ist in einer solchen Größe ausgebildet, dass er nicht von der Einkerbung **83** des Schiebers **11** abgelenkt wird, selbst wenn der Schieber **11** in einem bestimmten Winkel gedreht wird. Ein Ölkanal **121** ist ausgebildet, um dem T-Anschluss-Auslass **119** zu gestatten, mit der T-Anschluss-Öffnung **61** in Verbindung zu stehen.

[0057] Um, unabhängig von dem Hochdruck oder Niederdruck, den Schieber **11** gleichmäßig zu bewegen, ist von dem Niederdruck-Pumpenanschluss **33** oder dem Hochdruck-Pumpenanschluss **39** ein Umgehungsanschluss **123** installiert, um der Nut **85** ein Druckfluid zuzuführen.

[0058] Als Nächstes wird der Arbeitsablauf des drehbaren Servoventils **1** erörtert.

[0059] Zunächst wird der Fall erörtert, in dem der Kolben **5** unter Hochdruck nach oben läuft. Bezüglich [Fig. 2](#) wird der Schieber **11** nun durch das lineare Stellglied **13** nach links bewegt, um ihn für die Hochdruckzufuhr einzurichten (der in [Fig. 2](#) gezeigte Zustand), und gleichzeitig wird der Schieber **11** durch den Servomotor **15** gegen den Uhrzeigersinn (in

[Fig. 3](#)) gedreht.

[0060] In diesem Zustand befindet sich die Druckölauführöffnung **73** des Schiebers **11** rechts über der Hochdrucköffnung **91**, und gleichzeitig wird die Niederdrucköffnung **87** durch die äußere Umfangsfläche des Schiebers **11** geschlossen. Da sich die Einkerbungen **77L** und **77U** des Schiebers **11** in diesem Ablauf über den T-Anschluss-Auslässen **101** und **106** in der ersten Ölkammer **68** befinden, sind die A-Anschluss-Auslässe **97** und **103** durch die äußere Umfangsfläche des Schiebers **11** geschlossen. In der zweiten Ölkammer **70** befinden sich die Einkerbungen **81L** und **81U** über der TA-Öffnung **117**, und die TB-Öffnung **113** ist durch die äußere Umfangsfläche des Schiebers **11** geschlossen.

[0061] Folglich tritt das Hochdruckfluid, das von der Hochdruckpumpe **35** über die Rohrleitung **37**, den Hochdruck-Pumpenanschluss **39** und den Ölkanal **93** zugeführt wurde, von der Hochdrucköffnung **91** in die erste Ölkammer **68** ein, durchläuft von den Einkerbungen **77L** und **77U** die B-Anschluss-Auslässe **105** und **101**, wird über den Ölkanal **109**, die B-Anschlussöffnung **51** und die Rohrleitung **49** der unteren Kammer **47** des Hydraulikzylinders **3** zugeführt und der Kolben **5** läuft nach oben.

[0062] Durch das Hochlaufen des Kolbens **5** wird das in die obere Kammer **41** des Hydraulikzylinders **3** gefüllte Druckfluid, über die Rohrleitung **57**, die TA-Anschlussöffnung **59**, den Ölkanal **115**, die TA-Öffnung **117** und die Einkerbungen **81L** und **81U** in die zweite Ölkammer **70** abgelassen, und wird weiter über die Einkerbung **83**, den T-Anschluss-Auslass **119**, den Ölkanal **121**, die T-Anschluss-Öffnung **65** und die Rohrleitung **63** in den Ölbehälter **61** abgelassen.

[0063] Wenn der Kolben **5** mit hoher Geschwindigkeit nach unten läuft, wird der Schieber **11** durch den Servomotor **15** gegen den Uhrzeigersinn gedreht (in [Fig. 3](#)).

[0064] Da selbst in diesem Zustand, in dem sich die Druckölauführöffnung **73** des Schiebers **11** rechts über der Hochdrucköffnung **91** befindet und gleichzeitig die Niederdrucköffnung **87** durch die äußere Umfangsfläche des Schiebers **11** geschlossen ist, wird das Hochdruckfluid der ersten Ölkammer **68** in genau derselben Weise zugeführt, wie in dem Fall, in dem der Kolben **5** nach oben läuft. In diesem Ablauf werden in der ersten Ölkammer **68** die B-Anschluss-Auslässe **101** und **105** durch die äußere Umfangsfläche des Schiebers **11** geschlossen gehalten.

[0065] Folglich durchläuft das, der ersten Ölkammer **68** zugeführte Druckfluid, die Einkerbungen **77U** und **77L**, tritt an den A-Anschluss-Auslässen **97** und **103** aus und wird dann über den Ölkanal **107**, die A-An-

schlussöffnung **45** und die Rohrleitung **43** der oberen Kammer **41** des Hydraulikzylinders **3** zugeführt und bewirkt, dass der Kolben **5** nach unten läuft.

[0066] Durch die Abwärtsbewegung des Kolbens **5** wird das in die untere Kammer **47** des Hydraulikzylinders **3** gefüllte Druckfluid, über die Rohrleitung **53**, die TB-Anschlussöffnung **55**, den Ölkanal **111**, die TB-Öffnung **113** und die Einkerbungen **81L** und **81U** in die zweite Ölkammer **70** des Schiebers **11** abgelassen, und wird weiter über die Einkerbung **83**, den T-Anschluss-Auslass **119**, den Ölkanal **121**, die T-Anschluss-Öffnung **65** und die Rohrleitung **63** in den Ölbehälter **61** abgelassen.

[0067] Andererseits wird der Schieber **11** durch das lineare Stellglied **13** nach rechts entlang der Schieber-Führungsöffnung **7** bewegt, wenn der Kolben **5** bei niedrigem Druck nach oben oder unten bewegt wird. In diesem Zustand befindet sich die Druckölauführöffnung **73** des Schiebers **11** rechts über der Niederdrucköffnung **87** und die Hochdrucköffnung **91** ist durch die äußere Umfangsfläche des Schiebers **11** geschlossen.

[0068] Folglich wird das Niederdruckfluid, das von der Niederdruckpumpe **29** über die Rohrleitung **31**, den Niederdruck-Pumpenanschluss **33** und den Ölkanal **89** zugeführt wurde, von der Niederdrucköffnung **87** über den Druckölauführanschluss **73** der ersten Ölkammer **68** zugeführt. Die Bewegung des Druckfluids ist danach genau dieselbe wie in dem zuvor beschriebenen Hochdruck-Zustand.

[0069] Wie durch die oben erwähnten Abläufe verständlich ist, ist es möglich, zwei in einem herkömmlichen Beispiel benötigte Steuerventile, durch ein drehbares Servoventil **1** zu ersetzen. Mit diesem Aufbau kann Platz des Systems eingespart werden und der Umfang kann reduziert werden, und gleichzeitig werden hydraulische Rohrleitungen und elektrische Leitungen verringert, wodurch ein kompaktes System erreicht wird. Zusätzlich können durch die Reduzierung der Anzahl der Ventile Ölleckagen vermindert werden und es kann dabei eine Energieeinsparung erreicht werden.

[0070] Entsprechend dem drehbaren Servoventil **1** ist, zusätzlich zu den Abläufen des Richtungswechsels des Druckölventils, durch Ermittlung des Drehwinkels des Schiebers **11** mit einem optischen Drehgeber **16** und einer genauen Steuerung des Servomotors **15**, eine stufenlose Durchflusssteuerung möglich.

[0071] Die vorliegende Erfindung ist nicht durch einen Teil der Beschreibung eingeschränkt, und sie kann durch geeignete Änderungen in anderen Formen ausgeführt werden. In der oben erwähnten Form der Ausführung der Erfindung sind die in dem Ven-

til-Hauptkörper **9** bereitgestellten Öffnungen, Auslässe und Einlässe abgerundet, und die in dem Schieber **11** bereitgestellten Einkerbungen sind rechtwinklige Einkerbungen, doch die Kombinationen von runden Öffnungen und Einkerbungsprofilen können nach Bedarf geändert werden.

[0072] Außerdem ist es, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, möglich, zusätzlich zu den A- und B-Anschlüssen, C-, D-, E- und F-Anschlüsse hinzuzufügen, um sie als Richtungswechsel-Ventile zu verwenden. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, können T1-, T2-, T3- und T4-Anschlussöffnungen hinzugefügt werden.

[0073] Nun wird eine Beschreibung der Durchfluss-Steuerungs-Fähigkeiten in dem drehbaren Servoventil nach der vorliegenden Erfindung gegeben.

[0074] Wie in [Fig. 8A](#) bis einschließlich [Fig. 8C](#) gezeigt, kann durch Steuerung des Drehwinkels des Schiebers **11** unter Verwendung des Servomotors **15** der Bereich, in dem das Drucköl Öffnungen durchläuft, die durch die Anschlussöffnungen in dem Ventil-Hauptkörper **9** ausgebildet sind, zum Beispiel die Hochdruck-Anschlussöffnung **39** und die Druckölauführöffnung **73** des Schiebers **11** und die Einkerbung **77** des Schiebers **11** und die Zylinderanschlussöffnung B (oder A), angepasst werden.

[0075] Da der durchlaufende Durchfluss von Drucköl proportional dem Querschnittsbereich der Öffnungen ist, können, wie in [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8C](#) gezeigt, Änderungen des Querschnittsbereiches den durchlaufenden Durchfluss ändern.

[0076] Das heißt, die Steuerung des Drehwinkels des Schiebers **11** steuert den durchlaufenden Durchfluss an Drucköl. Wenn das Drucköl den Ventil-Hauptkörper **9** durchlaufen hat, fließt es über den Ölkanal **49** in die untere Kammer **47** des Hydraulikzylinders **3**, der Kolben **5** läuft nach oben, und die Steiggeschwindigkeit ist proportional dem Durchfluss des einfließenden Drucköls. Folglich kann die Steuerung des Drehwinkels des Schiebers **11** die Hubgeschwindigkeit (Auf- und Abwärtsgeschwindigkeit) des Kolbens **5** steuern.

[0077] In der Beschreibung der Ausführungsform wird Öl als Hydraulikfluid verwendet, es kann jedoch ein Flüssigkeitsgemisch aus Wasser und Glykol, vollentsalztem Wasser, einer dem Wasser beigefügte Rostschutzflüssigkeit etc. verwendet werden.

[0078] Bezüglich [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) werden nun Anwendungsbeispiele des drehbaren Servoventils in dem Stanzpressen-Hydraulik-Servosystem beschrieben. [Fig. 9](#) zeigt ein Beispiel des Stanzpressen-Hydraulik-Servosystems **135**, wobei gleichen Teilen das gleiche Bezugszeichen wie den Teilen in dem drehbaren Servoventil **1** von [Fig. 2](#) gegeben wird. [Fig. 10](#)

zeigt ein Beispiel eines Hubdiagramms des Kolbens **5** des Hydraulikzylinders **3**, der gesteuert werden soll.

[0079] Wie in [Fig. 9](#) gezeigt, umfasst das Hydraulik-Servosystems **135** eine NC-Einrichtung **137**, einen Servomitnehmer **139**, ein drehbares Servoventil **1**, einen Stanzpressen-Hydraulikzylinder **3** und einen Kolben **5** und einen Positionssensor **141** zur Ermittlung der Verschiebung des Kolbens **5** etc.

[0080] In dem Stanzpressen-Hydraulik-Servosystem **135** wird die Kolbenverschiebungs-Anweisung a, entsprechend dem Bearbeitungsprozess von der NC-Einrichtung **137** an den Servomitnehmer **139** ausgegeben, und gleichzeitig wird die Druckwechsel-Anweisung b zum Wechsel des Hydraulikdrucks in einen Hochdruck oder einen Niederdruck an das lineare Stellglied **13** des drehbaren Servoventils **1** ausgegeben.

[0081] Um den Hochdruck festzulegen, ist das lineare Stellglied **13** in Betrieb, um den Schieber **11** nach rechts (in [Fig. 2](#)) zu bewegen. Der Servomitnehmer **139** wandelt die Kolbenverschiebungs-Anweisung a in elektrische Spannung und gibt sie als Drehanweisung c an den Servomotor **15** des drehbaren Servoventils **1** aus.

[0082] Da der Servomotor **15** in einem geeigneten Winkel gedreht wird, dreht sich der Schieber **11** des drehbaren Servoventils **1**, und Drucköl (Hydraulikfluid) fließt über den Ölkanal **43** oder den Ölkanal **49** in die obere Kammer **41** oder die untere Kammer **47** des Hydraulikzylinders **3**.

[0083] In diesem Ablauf ändert sich die Einfließmenge entsprechend dem Drehwinkel des Schiebers **11** des drehbaren Servoventils **1**, und die Änderung des Drehwinkels passt zu der Änderung der Hubgeschwindigkeit des Kolbens **5**.

[0084] Unter dem Kopfende des Kolbens **5** ist der Stanzstempel **143** installiert, und durch das Auftreffen des Kolbens **5** auf den Stempel wird das Stanzen ausgeführt.

[0085] Der Drehwinkel des Servomotors **15** wird durch einen optischen Drehgeber **16** ermittelt, der an dem hinteren Ende des Servomotors **15** installiert ist. Der Ermittlungswert d wird an den Servomitnehmer **139** zurückgegeben, um die Drehanweisung c mit dem Ermittlungswert d zu vergleichen und zuzuordnen.

[0086] Die Kolbenverschiebung e wird mit dem Positionssensor **141** ermittelt. Die mit dem Positionssensor **141** ermittelte Kolbenverschiebung e wird an die NC-Einrichtung **137** zurückgegeben und zur Zuordnung der Kolbenverschiebungs-Anweisung a verwendet, und gleichzeitig dem Servomitnehmer **139**

als Geschwindigkeits-Rückmeldesignal e gemeldet.

[0087] Bezüglich [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) wird nun ein Anwendungsbeispiel des Hydraulik-Servosystems **135** zur Antriebssteuerung des Hydraulikzylinders einer hydraulisch angetriebenen Stanzpresse beschrieben.

[0088] In der Hubkurve des Hydraulikzylinders **3**, der gesteuert werden soll, befinden sich die Punkte A und E am oberen Totpunkt des Kolbens **5** und an dieser Stelle wird durch den Schieber **11** des drehbaren Servoventils **1** von der Hydraulikquelle kommendes Drucköl (Hydraulikfluid) abgesperrt und es wird verhindert, dass es in die Ölkammern (**41**, **47**) des Hydraulikzylinders **3** fließt.

[0089] Der Bereich A – B ist ein schneller Ansteuerungshub und es wird keine große Druckkraft benötigt, aber der Kolben **5** erreicht seine maximale Abwärtsgeschwindigkeit. In diesem Bereich wird die Druckwechselanweisung b zum Wechseln des Drucköls zum Niederdruck von der NC-Einrichtung **137** an das lineare Stellglied **13** ausgegeben, und gleichzeitig wird die Kolbenverschiebungs-Anweisung a (Hochgeschwindigkeits-Abwärts-Anweisung) als Drehanweisung c über den Servomitnehmer **139** an den Servomotor **15** ausgegeben.

[0090] Als Ergebnis bewegt sich die Druckölauführung **73** des Schiebers **11** zum Ende der Niederdrucköffnung **87** und Niederdrucköl wird dem drehbaren Servoventil **1** zugeführt. Und durch den Servomotor **15** dreht sich der Schieber **11** entgegen dem Uhrzeigersinn, und sobald A-Anschluss und TB-Anschluss geöffnet sind, sind B-Anschluss und TA-Anschluss geschlossen, um dem Drucköl zu gestatten, mit Niederdruck P_2 von der Rohrleitung **43** zu der oberen Kammer **41** des Hydraulikzylinders **3** zu fließen, und der Kolben **5** läuft mit Hochgeschwindigkeit nach unten. Das Öl in der unteren Kammer des Hydraulikzylinders **3** wird über die Rohrleitung **53** und den TB-Anschluss in den Ölbehälter **61** abgelassen. Die Geschwindigkeit des Kolbens **5** ist dann am größten, wenn die Anschlussöffnung des Schiebers voll geöffnet ist.

[0091] Der Bereich B – C ist ein Stanzhub, bei dem bei niedriger Abwärtsgeschwindigkeit die große Druckkraft benötigt wird. Hier sollte erwähnt werden, dass der Punkt B die Position des Kopfendes des Kolbens zeigt, an dem das Kopfende des Stanzstempels, das unterhalb des Kolbens **5** eingerichtet ist, sich leicht oberhalb der Werkstückoberfläche befindet.

[0092] In diesem Bereich wird die Druckwechsel-Anweisung b für den Wechsel des Drucköls zum Hochdruck von der NC-Einrichtung an das lineare Stellglied **13** ausgegeben, und gleichzeitig wird die

Kolbenverschiebungs-Anweisung a (Niedergeschwindigkeitsabwärtsanweisung) als die Drehanweisung c über den Servomitnehmer **139** an den Servomotor **15** ausgegeben.

[0093] Als Ergebnis bewegt sich die Druckölauführung **73** des Schiebers **11** zu dem Hochdruck-Öffnungsende **91**, und Hochdrucköl wird dem drehbaren Servoventil **1** zugeführt. Und durch den Servomotor **15** wird der Schieber **11** gedieht, und der durchlaufende Durchfluss des Drucköls, das dem Hydraulikzylinder **3** zugeführt wird, wird verringert, um die gewünschte Abwärtsgeschwindigkeit zu erreichen. Durch diesen Mechanismus wird ein Stanzen bei niedrigem Geräusch ermöglicht.

[0094] Der Bereich C – D stellt einen Hubbereich dar, in dem Späne nach unten abgeschüttelt werden, wobei keine große Druckkraft aber eine große Abwärtsgeschwindigkeit erforderlich ist.

[0095] Wie in Bereich A – B wird auch in diesem Bereich die Druckwechselanweisung b für den Wechsel des Drucköls zum Niederdruck P_2 von der NC-Einrichtung **137** an das lineare Stellglied **13** ausgegeben, und gleichzeitig wird die Kolbenverschiebungs-Anweisung a (Hochgeschwindigkeits-Abwärts-Anweisung) als die Drehanweisung c über den Servomitnehmer **139** an den Servomotor **15** ausgegeben.

[0096] Als Ergebnis wird Niederdrucköl dem drehbaren Servoventil **1** zugeführt. Und durch den Servomotor **15** wird der Schieber **11** in die Richtung gedieht, dass die Öffnung des durchlaufenden Durchflusses im Anpassungsbereich des Drucköls vergrößert wird, und der Hydraulikzylinder **3** wird so angepasst, dass die gewünschte Abwärtsgeschwindigkeit erreicht wird. Dadurch wird das Drucköl mit einem großen Durchfluss dem Hydraulikzylinder **3** zugeführt und der Kolben **5** läuft mit Hochgeschwindigkeit nach unten.

[0097] Der Bereich D – E ist ein schneller Rückhub, in dem der Kolben mit einer hohen Geschwindigkeit zu seinem Anfangszustand zurückkehrt.

[0098] In diesem Bereich wird die Druckwechselanweisung b für den Wechsel des Drucköls zum Niederdruck von der NC-Einrichtung **137** an das lineare Stellglied **13** ausgegeben, und gleichzeitig wird die Kolbenverschiebungs-Anweisung a (Hochgeschwindigkeits-Aufwärts-Anweisung) als die Drehanweisung c über den Servomitnehmer **139** an den Servomotor **15** ausgegeben.

[0099] Als Ergebnis bewegt sich die Druckölauführung **73** des Schiebers **11** zum Ende der Niederdrucköffnung **87**, und Niederdrucköl wird dem drehbaren Servoventil **1** zugeführt. Außerdem wird der

Schieber **11** durch den Servomotor 15 im Uhrzeigersinn gedreht, und sobald B-Anschluss und TA-Anschluss geöffnet sind, sind A-Anschluss und TB-Anschluss geschlossen, und das Drucköl fließt mit Niederdruck P_2 von der Rohrleitung **49** zu der unteren Kammer **47** des Hydraulikzylinders **3**, und der Kolben **5** läuft mit Hochgeschwindigkeit nach oben. Da der Schieber **11** außerdem so gedreht wird, dass die Öffnung des durchlaufenden Durchflusses im Anpassungsbereich des Drucköls maximiert wird, läuft der Kolben **5** mit einer hohen Geschwindigkeit zum oberen Totpunkt. Das zurückkehrende Öl fließt über die Rohrleitung **57** und den TA-Anschluss zurück in den Ölbehälter **61**.

[0100] Die vier Hubbereiche A – B, B – C, C – D und D – E stellen den Stanzprozess dar, in dem Hochdruck und Niederdruck richtig genutzt werden, und es ist ein System, das zum Stanzen bei großer Stanzlast verwendet wird, das heißt, wenn der Stanzöffnungsumfang groß ist oder wenn das Blech dick ist oder wenn die Zugfestigkeit des Werkstückes hoch ist.

[0101] Wenn die Stanzlast gering ist, gibt es andererseits keine Notwendigkeit den hohen Druck zu verwenden, und es gibt ein System zur Ausführung des Stanzvorgangs, in dem der Kolben in einem Niederdruckzustand stetig auf und ab läuft. Bei diesem Vorgang kann die Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens **5**, ohne dass das lineare Stellglied **13** in Betrieb ist, nur durch Drehen des Schiebers **11** gesteuert werden.

[0102] In der oben erwähnten Ausführungsform wird zwischen Hoch- und Niederdruck durch Hin- und Herbewegen des Schiebers **311** umgestellt, und die Auf- und Abwärtsbewegung des Hydraulikzylinders **303** wird durch die Drehung des Schiebers **311** umgestellt, aber umgekehrt kann zwischen Hoch- und Niederdruck durch die Drehung des Schiebers **311** umgestellt werden und die Auf- und Abwärtsbewegung des Hydraulikzylinders **303** kann durch Hin- und Herbewegen des Schiebers **311** umgestellt werden.

[0103] Als Nächstes wird die zweite Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung erörtert.

[0104] [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) zeigen die zweite Ausführungsform des drehbaren Servoventils.

[0105] Das heißt, wie in [Fig. 11](#) gezeigt, weist das drehbare Servoventil **301** eine Buchse **305** auf, die in den Ventil-Hauptkörper **303** eingepasst ist und an einer Seite in der Buchse **305** ist der erste drehbare Schieber **307** drehbar angeordnet und an der anderen Seite ist der zweite drehbare Schieber **309** drehbar angeordnet. An der anderen Seite des inneren Umfangs der Buchse **305** ist die Innenbuchse **311** eingepasst. Und auf einer Seite des Ventil-Hauptkör-

pers **303**, zum Beispiel auf der rechten Seite in [Fig. 11](#), ist das erste drehbare Stellglied **313** angeordnet, und der erste drehbare Schieber **307** ist mit dem Kopfende der Antriebswelle **315** des ersten drehbaren Stellgliedes **313** verbunden.

[0106] Auf der anderen Seite des Ventil-Hauptkörpers **303**, zum Beispiel auf der linken Seite in [Fig. 11](#), ist das zweite drehbare Stellglied **317** angeordnet und der zweite drehbare Schieber **309** ist mit dem Kopfende der Antriebswelle **319** des zweiten drehbaren Stellgliedes **317** verbunden. Die Darstellung des Aufbaus des ersten und zweiten drehbaren Stellgliedes **313** und **317** wurde weggelassen, sie sind jedoch mit Rotoren ausgestattet, die zum Beispiel elektrisch oder durch Fluidruck gedreht werden.

[0107] Die Innenseite des drehbaren Schiebers **307** ist hohl und eine Druck-Zuführkammer **321** ist ausgebildet, und an der Druck-Zuführkammer **321** ist der erste Öffnungsbereich **323** und der zweite Öffnungsbereich **325** ausgebildet. Für weitere Einzelheiten wird auch auf [Fig. 12](#) verwiesen. Das Drucköl wird durch den Antrieb einer Niederdruckpumpe **331** und einer Hochdruckpumpe **333** aus dem Ölbehälter **329** abgelassen, der in dem Hydraulikzuleitungs-kreislauf **327** installiert ist, und die Niederdruckrohrleitung **335** und die Hochdruckrohrleitung **337** befinden sich in freier Verbindung mit der Niederdrucköffnung P_{11} und der Hochdrucköffnung P_{12} , die jeweils in dem Ventil-Hauptkörper **303** ausgebildet sind. Die Niederdrucköffnung P_{11} und die Hochdrucköffnung P_{12} verlaufen durch die Buchse **305** und den Ventil-Hauptkörper **303** und sind in Umfangsrichtung, angrenzend an den ersten Öffnungsbereich **323** angeordnet, der in dem ersten drehbaren Schieber **307** ausgebildet ist, und der erste Öffnungsbereich **323** ist, da der erste drehbare Schieber **307** sich dreht, wahlweise entweder in Verbindung mit der Niederdrucköffnung P_{11} oder der Hochdrucköffnung P_{12} .

[0108] Der zweite Öffnungsbereich **325** ist in einer verlängerten Öffnung ausgebildet und ist sogar dann, wenn der erste drehbare Schieber **307** sich dreht, ständig mit der ersten Verbindungsöffnung P_{B1} in Verbindung, die durch die Buchse **305** verläuft, und ein Verbindungskanal **339**, der mit der ersten Verbindungsöffnung P_{B1} verbunden ist, ist in dem äußeren Umfang der Buchse **305** ausgebildet.

[0109] Innerhalb des zweiten drehbaren Schiebers **309** gibt es zwei Hohlkammern, in denen eine Druckfluid-Einlasskammer **341** und eine Druckfluid-Ablasskammer **343** ausgebildet sind. In der Druckfluid-Einlasskammer **341** sind der dritte Öffnungsbereich **345** und der vierte Öffnungsbereich **347** ausgebildet. Für weitere Einzelheiten wird zugleich auf [Fig. 13](#) verwiesen. Die zweite Verbindungsöffnung P_{B2} , die mit dem Verbindungskanal **339** in Verbindung steht, ist durch die Buchse **305** hindurch ausgebildet, und der dritte

Öffnungsbereich **345**, der mit dieser zweite Verbindungsöffnung P_{B2} in Verbindung steht, ist in einer verlängerten Öffnung in Umfangsrichtung so ausgebildet, dass sogar dann, wenn der zweite drehbare Schieber **309** sich dreht, er ständig mit ihr in Verbindung steht.

[0110] Der vierte Öffnungsbereich **347** ist mit einem Abwärtsanschluss A für die Druckölzufuhr über die Rohrleitung **353** an die obere Ölkammer **351** des Zylinders **349** ausgestattet, der wie in [Fig. 13](#) gezeigt, zum Beispiel mit einer Kolbenstange **349A** als Antriebseinheit ausgestattet ist, und der vierte Öffnungsbereich **347** ist mit einem Aufwärtsanschluss B für die Druckölzufuhr über die Rohrleitung **357** an die untere Ölkammer **355** des Zylinders **349** ausgestattet. Der Abwärtsanschluss A und der Aufwärtsanschluss B laufen durch die Innenbuchse **311** und die Buchse **305** und den Ventil-Hauptkörper **303** und sind in Umfangsrichtung angrenzend an den vierten Öffnungsbereich **347** ausgebildet, und der vierte Öffnungsbereich **347** ist wahlweise mit dem Abwärtsanschluss A oder dem Aufwärtsanschluss B in Verbindung, da sich der zweite drehbare Schieber **309** dreht.

[0111] In der Druckfluid-Ablasskammer **343** sind der fünfte Öffnungsbereich **359** und der sechste Öffnungsbereich **361** ausgebildet. Für weitere Einzelheiten wird zugleich auf [Fig. 14](#) verwiesen. Ein Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A und ein Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B sind in Umfangsrichtung angrenzend an den fünften Öffnungsbereich **359** ausgebildet. Der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A läuft durch die Innenbuchse **311** und ist über den ersten Verbindungskanal **363A**, der im Außenumfang der Innenbuchse **311** ausgebildet ist, in Verbindung mit dem Abwärtsanschluss A. Außerdem läuft der Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B durch die Innenbuchse **311** und die Buchse **305** und ist über den zweiten Verbindungskanal **363B**, der im Außenumfang der Buchse **305** ausgebildet ist und eine Schnittstelle mit dem ersten Verbindungskanal **363A** liefert, in Verbindung mit dem Aufwärtsanschluss B. Folglich ist der fünfte Öffnungsbereich **359** wahlweise mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A oder dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B in Verbindung, da sich der zweite drehbare Schieber **309** dreht.

[0112] Der sechste Öffnungsbereich **361** ist in einer verlängerten Form, die sich in Umfangsrichtung erstreckt, ausgebildet, die in ständiger Verbindung mit dem Ablassanschluss T steht, der durch die Innenbuchse **311** und die Buchse **305** und den Ventil-Hauptkörper **303** läuft und in Verbindung mit dem Ölbehälter **329** steht, sogar wenn sich der zweite drehbare Schieber **309** dreht.

[0113] Durch den oben beschriebenen Aufbau wird das durch die Niederdruckpumpe **331** oder die Hoch-

druckpumpe **333** zugeführte Druckfluid zu der Niederdrucköffnung P_{11} oder der Hochdrucköffnung P_{12} geleitet, die an dem Ventil-Hauptkörper **303** ausgebildet sind, und durch die Drehung des ersten drehbaren Stellgliedes **313** wird eine Öffnung gewählt und das Druckfluid fließt von dem ersten Öffnungsbereich **323** in die Druck-Zuführkammer **321** des ersten drehbaren Schiebers **307**.

[0114] Das in die Druck-Zuführkammer **321** fließende Druckfluid läuft von dem zweiten Öffnungsbereich **325** durch die erste Verbindungsöffnung P_{B1} und wird über den Verbindungskanal **339** zu der zweiten Verbindungsöffnung P_{B2} geleitet. Das Druckfluid fließt von dem dritten Öffnungsbereich **345**, der sich in der Druckfluid-Einlasskammer **341** des zweiten drehbaren Schiebers **309** befindet, in die Druckfluid-Einlasskammer **341**. Dem in die Druckfluid-Einlasskammer **341** geleiteten Druckfluid wird durch die Verbindung mit einem gewählten Anschluss, dem Abwärtsanschluss A oder dem Aufwärtsanschluss B, gestattet, von dem vierten Öffnungsbereich **347** entweder in die obere Ölkammer **351** oder die untere Ölkammer **355** des Zylinders **349** zu fließen, und bewegt zur Ausführung des Arbeitsablaufes die Kolbenstange **349A** des Zylinders **349** nach oben und unten.

[0115] Der Abwärtsanschluss A ist über den ersten Verbindungskanal **363A** in Verbindung mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A und der Aufwärtsanschluss B ist über den zweiten Verbindungskanal **363B** in Verbindung mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_B und der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A und der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_B sind wahlweise in Verbindung mit dem fünften Öffnungsbereich **359**. Das heißt, wenn das Druckfluid von dem Abwärtsanschluss A der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** zugeführt wird, fließt das Druckfluid von dem Aufwärtsanschluss B über den zweiten Verbindungskanal **363B** und dann von dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B über den fünften Öffnungsbereich **359** in die Druckfluid-Ablasskammer **343**, und wird von dem Abflussanschluss T des sechsten Öffnungsbereichs **361** in den Ölbehälter **329** zurückgeführt.

[0116] Wenn das Druckfluid von dem Aufwärtsanschluss B der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** zugeführt wird, fließt das Druckfluid von dem Abwärtsanschluss A über den ersten Verbindungskanal **363A** und dann von dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A über den fünften Öffnungsbereich **359** in die Druckfluid-Ablasskammer **343**, und wird über den Abflussanschluss T des sechsten Öffnungsbereichs **361** in den Ölbehälter **329** zurückgeführt.

[0117] Folglich dient das drehbare Servoventil nach der vorliegenden Erfindung als ein hydraulisches Steuerventil für Werkzeugmaschinen und Zeichenmaschinen und führt sowohl die Drucksteuerung als

auch die Durchflusssteuerung mit einem Ventil aus und erreicht dabei weniger Ölleckagen und Energieeinsparung, da kein Vorsteuerventil verwendet wird. Außerdem können hydraulische Rohrleitungen und elektrische Leitungen vereinfacht werden, um eine Kostenreduzierung zu erreichen, und die Installationsrichtung des Steuerventils ist nicht mehr eingeschränkt, wodurch Raumverschwendung eliminiert wird.

[0118] Nun wird die dritte Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0119] [Fig. 15](#) zeigt die dritte Ausführungsform des drehbaren Servoventils. Da der Teil der dritten Ausführungsform, der von der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform abweicht darin besteht, dass jeder Schieber so montiert ist, dass er sich in horizontaler Richtung frei hin- und herbewegen kann, wobei andere Teile die gleichen bleiben, wird gleichen Bauteilen das gleiche Bezugszeichen gegeben und deren Beschreibung wird weggelassen.

[0120] Bezüglich [Fig. 15](#) weist das drehbare Servoventil **301** nun die Buchse **367** auf, die in dem Ventil-Hauptkörper **365** eingepasst ist und an einer Seite der Buchse **367** ist der erste Gleitschieber **369** so montiert, dass er sich in horizontaler Richtung frei hin- und herbewegen kann und auf der anderen Seite ist der zweite Gleitschieber **371** so montiert, dass er sich in horizontaler Richtung frei hin- und herbewegen kann. Auf einer Seite des Ventil-Hauptkörpers **365**, zum Beispiel auf der rechten Seite in [Fig. 15](#), ist das erste Gleitstellglied **373** montiert, und an dem Kopfende der Antriebswelle **375** des ersten Gleitstellglieds **373** ist der erste Gleitschieber **369** damit verbunden.

[0121] Auf der anderen Seite des Ventil-Hauptkörpers **365**, zum Beispiel auf der linken Seite in [Fig. 15](#), ist das zweite Gleitstellglied **377** angeordnet, und an dem Kopfende der Antriebswelle **379** des zweiten Gleitstellglieds **377**, ist der zweite Gleitschieber **371** damit verbunden. Der Aufbau der ersten und zweiten Gleitstellglieder **373** und **377** ist nicht dargestellt, aber sie sind, zum Beispiel mit direkt wirkenden Motoren, konfiguriert.

[0122] Die Innenseite des ersten Gleitschiebers **369** ist hohl, mit einer darin ausgebildeten Druckzufuhrkammer **381**, und in dieser Druckzufuhrkammer **381** sind der erste Öffnungsbereich **383** und der zweite Öffnungsbereich **385** ausgebildet. Angrenzend an den ersten Öffnungsbereich **383** ist eine Niederdrucköffnung P_{11} , und eine Hochdrucköffnung P_{12} in axialer Richtung rechts und links ausgebildet und durchlaufen die Buchse **367** und den Ventil-Hauptkörper **365**, und die Niederdrucköffnung P_{11} steht in Verbindung mit der Niederdruckpumpe **331**, und die

Hochdrucköffnung P_{12} steht in Verbindung mit der Hochdruckpumpe **333**.

[0123] Folglich gestattet die Bewegung des ersten Gleitschiebers **369** in horizontaler Richtung durch die Einwirkung des ersten Gleitstellglieds **373**, dem ersten Öffnungsbereich **383** wahlweise mit der Niederdrucköffnung P_{11} oder der Hochdrucköffnung P_{12} in Verbindung zu stehen.

[0124] Der zweite Öffnungsbereich **385** ist in einem verlängerten Öffnungsprofil ausgebildet, das sich in axialer Richtung so ausdehnt, dass es ständig mit der ersten Verbindungsöffnung P_{B1} in Verbindung steht, die durch die Buchse **367** läuft, selbst wenn der erste Gleitschieber **369** in horizontale Richtung läuft, und ein Verbindungskanal **387**, der mit der ersten Verbindungsöffnung P_{B1} verbunden ist, ist in dem Außenumfang der Buchse **367** ausgebildet.

[0125] in dem zweiten Gleitschieber **371** gibt es zwei Hohlkammern, in denen eine Druckfluid-Einlasskammer **389** und eine Druckfluid-Ablasskammer **391** ausgebildet sind. Die Druckfluid-Einlasskammer **389** ist mit dem dritten Öffnungsbereich **393** und dem vierten Öffnungsbereich **395** ausgestattet und die zweite Verbindungsöffnung P_{B2} ist zur Verbindung mit dem Verbindungskanal **387** ausgebildet und läuft durch die Buchse **367**, und der dritte Öffnungsbereich **393** ist zur Verbindung mit der zweiten Verbindungsöffnung P_{B2} in einem verlängerten Öffnungsprofil ausgebildet, das sich in axialer Richtung so ausdehnt, dass es ständig mit der zweiten Verbindungsöffnung P_{B2} in Verbindung steht, selbst wenn der zweite Gleitschieber **371** in horizontale Richtung läuft.

[0126] Der vierte Öffnungsbereich **395** weist, für die Zufuhr von Druckfluid durch die Rohrleitung **353** zu der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349**, einen Abwärtsanschluss A auf, und er weist für die Zufuhr von Druckfluid durch die Rohrleitung **357** zu der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** einen Aufwärtsanschluss B auf, wobei der Abwärtsanschluss A und der Aufwärtsanschluss B durch die Buchse **367** und den Ventil-Hauptkörper **365** verlaufen und in axialer Richtung an die rechten und linken Seiten des vierten Öffnungsbereichs **395** angrenzen. Wenn der zweite Gleitschieber **371** in horizontale Richtung läuft, steht der vierte Öffnungsbereich **395** wahlweise mit dem Abwärtsanschluss A oder dem Aufwärtsanschluss B in Verbindung.

[0127] Die Druckfluid-Ablasskammer **391** ist mit dem fünften Öffnungsbereich **397** und dem sechsten Öffnungsbereich **399** ausgestattet und ein Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A und ein Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B sind in axialer Richtung angrenzend an die rechten und linken Seiten des fünften Öffnungsbereichs **397** angeordnet. Der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A läuft durch die Buchse **367**

und steht mit dem Abwärtsanschluss A über den ersten Verbindungskanal **401A** in Verbindung, der in dem Außenumfang der Buchse **367** ausgebildet ist. Außerdem läuft der Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B durch die Buchse **367** und steht mit dem Aufwärtsanschluss B über den zweiten Verbindungskanal **401B** in Verbindung, der in dem Außenumfang der Buchse **367** ausgebildet ist. Dadurch dass dem zweiten Gleitschieber **371** gestattet wird, in horizontale Richtung zu laufen, steht folglich der fünfte Öffnungsbereich **397** wahlweise in Verbindung mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A oder dem Aufwärtsanschluss T_B .

[0128] Der sechste Öffnungsbereich **399** ist in einem verlängerten Öffnungsprofil ausgebildet, das sich in axialer Richtung so ausdehnt, dass es ständig mit dem Ölablassanschluss T in Verbindung steht, der durch die Buchse **367** und den Ventil-Hauptkörper **365** läuft, und mit dem Ölbehälter **329** in Verbindung ist, selbst wenn der zweite Gleitschieber **371** in horizontale Richtung läuft.

[0129] Durch den oben beschriebenen Aufbau wird das durch die Niederdruckpumpe **331** oder die Hochdruckpumpe **333** zugeführte Druckfluid an die Niederdrucköffnung P_{11} oder die Hochdrucköffnung P_{12} geleitet, die in dem Ventil-Hauptkörper **365** angeordnet sind, und eine der Öffnungen wird durch den horizontalen Hub des ersten Gleitstellgliedes **373** gewählt, und das Druckfluid fließt von dem ersten Öffnungsbereich **383** in die Druckzuführkammer **381** des ersten Gleitschiebers **369** ein.

[0130] Das Druckfluid, das in die Druckzuführkammer **381** einfließt, passiert von dem zweiten Öffnungsbereich **385** die erste Verbindungsöffnung P_{B1} und wird über den Verbindungskanal **387** in die zweite Verbindungsöffnung P_{B2} geleitet. Das Druckfluid fließt von dem dritten Öffnungsbereich **393**, der in der Druckfluid-Einlasskammer **389** des zweiten Gleitschiebers **371** angeordnet ist, in die Druckfluid-Einlasskammer **389** ein. Sobald das Druckfluid in das Innere der Druckfluid-Einlasskammer **389** geführt wurde, kann es mit einem ausgewählten Abwärtsanschluss A oder Aufwärtsanschluss B in dem vierten Öffnungsbereich **395** in Verbindung stehen, dem Druckfluid innerhalb der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** wird dann gestattet, in die untere Ölkammer **355** zu fließen, und die Kolbenstange **349A** des Zylinders **349** wird veranlasst, in vertikale Richtung zu laufen, wodurch der Arbeitsablauf stattfinden kann.

[0131] Der Abwärtsanschluss A steht über den ersten Verbindungskanal **401A** mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A in Verbindung, der Aufwärtsanschluss B steht über den zweiten Verbindungskanal **401B** mit dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B in Verbindung, und dem Ablassseiten-Ab-

wärtsanschluss T_A und dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B wird gestattet, wahlweise mit dem fünften Öffnungsbereich **397** in Verbindung zu stehen. Das heißt, sobald das Druckfluid von dem Abwärtsanschluss A der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** zugeführt wurde, fließt das Druckfluid bei dem Aufwärtsanschluss B über den zweiten Verbindungskanal **401B** von dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B durch den fünften Öffnungsbereich **397** in die Druckfluid-Ablasskammer **391**, und das Druckfluid wird von dem sechsten Öffnungsbereich **399** über den Ablassanschluss T in den Ölbehälter **329** zurückgeführt.

[0132] Sobald das Druckfluid von dem Aufwärtsanschluss B der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** zugeführt wurde, fließt das Druckfluid bei dem Abwärtsanschluss A über den ersten Verbindungskanal **401A** von dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A durch den fünften Öffnungsbereich **397** in die Druckfluid-Ablasskammer **391**, und das Druckfluid wird von dem sechsten Öffnungsbereich **399** über den Ablassanschluss T in den Ölbehälter **329** zurückgeführt.

[0133] Folglich sind die Effekte die selben wie in der zweiten Ausführungsform; sowohl die Drucksteuerung als auch die Durchflusssteuerung können mit einem Ventil ausgeführt werden, weniger Ölleckagen und Energieeinsparung werden erreicht, hydraulische Rohrleitungen und elektrische Leitungen können vereinfacht werden, um eine Kostenreduzierung zu erreichen, und die Installationsrichtung des Servoventils ist nicht mehr eingeschränkt, wodurch Raumverschwendung eliminiert wird.

[0134] Nun wird die vierte Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0135] [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#) zeigen die vierte Ausführungsform des drehbaren Servoventils. Das Meiste der vierten Ausführungsform ist mit der zweiten Ausführungsform identisch, und was sich davon unterscheidet ist, dass die vierte Ausführungsform nicht mit einer Innenbuchse **311** ausgestattet ist und der Abwärtsanschluss A und der Aufwärtsanschluss B stehen nicht mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A und dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B in Verbindung, sondern sie sind unabhängig, und andere Elemente weisen den selben Aufbau auf. Folglich wird gleichen Bauteilen das gleiche Bezugszeichen gegeben und deren Beschreibung wird weggelassen, und die Erläuterung behandelt nur die unterschiedlichen Abschnitte.

[0136] Bezüglich [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#) besteht nun ein Teil, der sich von der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform unterscheidet, in dem Fehlen der Innenbuchse **311**, und die integrale Buchse **403** ist

mit dem zweiten drehbaren Schieber **309** ausgestattet, der durch das zweite drehbare Stellglied **317** gedreht wird. Die in dem zweiten drehbaren Schieber **309** ausgebildete Druckfluid-Einlasskammer **341** ist mit einem dritten Öffnungsbereich **345** und einem vierten Öffnungsbereich **347** ausgestattet, und der vierte Öffnungsbereich **347** ist wahlweise mit dem Abwärtsanschluss A oder dem Aufwärtsanschluss B in Verbindung, und der Abwärtsanschluss A ist so ausgebildet, dass er durch die Buchse **403** und den Ventil-Hauptkörper **303** läuft und über die Rohrleitung **353** mit der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** in Verbindung steht. Der Aufwärtsanschluss B ist so ausgebildet, dass er durch die Buchse **403** und den Ventil-Hauptkörper **303** läuft und über die Rohrleitung **357** mit der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** in Verbindung steht.

[0137] Auf der anderen Seite ist die Druckfluid-Ablasskammer **343** in dem zweiten drehbaren Schieber mit dem fünften Öffnungsbereich **359** und dem sechsten Öffnungsbereich **361** ausgestattet, und der fünfte Öffnungsbereich **359** steht wahlweise mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A oder dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B in Verbindung, und der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A ist so aufgebaut, dass er die Buchse **403** und den Ventil-Hauptkörper **303** durchläuft. Wie in [Fig. 17](#) gezeigt, steht der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A über die Rohrleitung **407** mit dem oberen Ölkammer-Ölablassanschluss **405**, der in der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** angeordnet ist, in Verbindung, und der Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B durchläuft die Buchse **403** und den Ventil-Hauptkörper **303** und steht über die Rohrleitung **411** mit dem unteren Ölkammer-Ölablassanschluss **409**, der in der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** angeordnet ist, in Verbindung.

[0138] Sobald die Kolbenstange **349A** des Zylinders **349** nach unten läuft, dreht sich das zweite drehbare Stellglied **317** durch den obigen Aufbau in der Art, dass der vierte Öffnungsbereich **347** mit dem Abwärtsanschluss A in Verbindung stehen kann, und das Drucköl passiert von dem vierten Öffnungsbereich **347** den Abwärtsanschluss A und bewirkt, dass die Kolbenstange **349A** nach unten läuft. Bei diesem Vorgang wird das Öl innerhalb der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** von dem fünften Öffnungsbereich **359** über den Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B von dem unteren Ölkammer-Ölablassanschluss **409** der unteren Ölkammer abgelassen, passiert von dem sechsten Öffnungsbereich **361** den Ölablassanschluss T und fließt in den Ölbehälter **329** zurück.

[0139] Sobald die Kolbenstange **349A** des Zylinders **349** nach oben läuft, dreht sich das zweite drehbare Stellglied **317** in der Art, dass der vierte Öffnungsbereich **347** mit dem Aufwärtsanschluss B in Verbindung stehen kann, und das Drucköl passiert von dem vierten Öffnungsbereich **347** den Aufwärts-

anschluss B und bewirkt, dass die Kolbenstange **349A** nach oben läuft. Bei diesem Vorgang wird das Öl innerhalb der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** von dem fünften Öffnungsbereich **359** über den Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A von dem oberen Ölkammer-Ölablassanschluss **405** der oberen Ölkammer abgelassen, passiert von dem sechsten Öffnungsbereich **361** den Ölablassanschluss T und fließt in den Ölbehälter **329** zurück.

[0140] Folglich sind die Auswirkungen identisch mit denen in der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform, und da keine Innenbuchse **311** benötigt wird und kein erster und kein zweiter Verbindungskanal **363A** und **363B** eingebaut sein müssen, kann eine weitere Kostenreduzierung erreicht werden.

[0141] Nun wird die Beschreibung der fünften Ausführungsform des drehbaren Servoventils nach der vorliegenden Erfindung gegeben.

[0142] [Fig. 18](#) zeigt die fünfte Ausführungsform des drehbaren Servoventils. Das Meiste der fünften Ausführungsform ist mit der dritten Ausführungsform identisch, und was sich davon unterscheidet ist, dass der Abwärtsanschluss A und der Aufwärtsanschluss B nicht mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A und dem Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B in Verbindung stehen, sondern sie sind unabhängig, und andere Element weisen den selben Aufbau auf. Folglich wird gleichen Bauteilen das gleiche Bezugszeichen gegeben und deren Beschreibung wird weggelassen, und die Erläuterung behandelt nur die unterschiedlichen Abschnitte.

[0143] Bezüglich [Fig. 18](#) ist nun der zweite Gleitschieber **371** in der integralen Buchse **413** montiert und die Druckfluid-Einlasskammer **389**, die in dem zweiten Gleitschieber **371** ausgebildet ist, ist mit dem dritten Öffnungsbereich **393** und dem vierten Öffnungsbereich **395** ausgestattet, und der vierte Öffnungsbereich **395** ist wahlweise mit dem Abwärtsanschluss A oder dem Aufwärtsanschluss B in Verbindung, und der Abwärtsanschluss A ist so ausgebildet, dass er durch die Buchse **413** und den Ventil-Hauptkörper **365** läuft und über die Rohrleitung **353** mit der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** in Verbindung steht. Der Aufwärtsanschluss B ist so ausgebildet, dass er durch die Buchse **413** und den Ventil-Hauptkörper **365** läuft und über die Rohrleitung **357** mit der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** in Verbindung steht.

[0144] Auf der anderen Seite ist die Druckfluid-Ablasskammer **391**, die in dem zweiten drehbaren Schieber **371** ausgebildet ist, mit dem fünften Öffnungsbereich **397** und dem sechsten Öffnungsbereich **399** ausgestattet, und der fünfte Öffnungsbereich **397** steht wahlweise mit dem Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A und dem Ablassseiten-Aufwärts-

anschluss T_B in Verbindung, und der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A ist so aufgebaut, dass er die Buchse **413** und den Ventil-Hauptkörper **365** durchläuft. Der Abschnitt, der sich von der dritten Ausführungsform unterscheidet ist, dass der Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A über die Rohrleitung **407** mit dem oberen Ölkammer-Ölablassanschluss **405**, der in der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** angeordnet ist, in Verbindung steht, und der Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B durchläuft die Buchse **413** und den Ventil-Hauptkörper **365**, und steht über die Rohrleitung **411** mit dem unteren Ölkammer-Ölablassanschluss **409**, der in der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** angeordnet ist, in Verbindung.

[0145] Sobald die Kolbenstange **349A** des Zylinders **349** nach unten läuft, arbeitet das zweite Gleitstellglied **377** durch den obigen Aufbau in der Art, dass der vierte Öffnungsbereich **395** mit dem Abwärtsanschluss A in Verbindung stehen kann, und das Drucköl passiert von dem vierten Öffnungsbereich **395** den Abwärtsanschluss A und bewirkt, dass die Kolbenstange **349A** nach unten läuft. Bei diesem Vorgang wird das Öl innerhalb der unteren Ölkammer **355** des Zylinders **349** von dem fünften Öffnungsbereich **397** über den Ablassseiten-Aufwärtsanschluss T_B von dem oberen Ölkammer-Ölablassanschluss **405** abgelassen, passiert von dem sechsten Öffnungsbereich **399** den Ölablassanschluss T und fließt in den Ölbehälter **329** zurück.

[0146] Sobald die Kolbenstange **349A** des Zylinders **349** nach oben läuft, arbeitet das zweite Gleitstellglied **377** in der Art, dass der vierte Öffnungsbereich **395** mit dem Aufwärtsanschluss B in Verbindung stehen kann, und das Drucköl passiert von dem vierten Öffnungsbereich **395** den Aufwärtsanschluss B und bewirkt, dass die Kolbenstange **349A** nach oben läuft. Bei diesem Vorgang wird das Öl innerhalb der oberen Ölkammer **351** des Zylinders **349** von dem fünften Öffnungsbereich **397** über den Ablassseiten-Abwärtsanschluss T_A von dem oberen Ölkammer-Ölablassanschluss **405** abgelassen, passiert von dem sechsten Öffnungsbereich **399** den Ölablassanschluss T und fließt in den Ölbehälter **329** zurück.

[0147] Folglich sind die Auswirkungen identisch mit denen in der oben beschriebenen dritten Ausführungsform, und da kein erster und kein zweiter Verbindungskanal **401A** und **401B** eingebaut sein müssen, kann eine weitere Kostenreduzierung erreicht werden.

[0148] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf eine der oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern kann durch Bereitstellung geeigneter Änderungen in anderen Formen ausgeführt werden. Zum Beispiel kann das Profil jedes Öffnungsbereichs und jedes Anschlusses rund oder rechteckig sein und frei nach den erforderlichen

Druck- und Durchflussmerkmalen kombiniert werden. Außerdem kann jeder Öffnungsbereich und jeder Anschluss nicht nur an einer Seite angeordnet sein, sondern eine Vielzahl von Öffnungsbereichen und Anschlüssen kann symmetrisch rechts und links angeordnet sein, um den Durchfluss zu erhöhen, und wenn ein großer Druckwert gesteuert werden muss, ist eine benötigte Anzahl von Öffnungen, wie P_1 , P_2 , ..., P_n möglich. Außerdem kann durch Bezeichnen jedes Anschlusses mit A, B, ..., n, und T_A , T_B , ..., T_n die Durchflusssteuerung des zu steuernden hydraulischen Systems (zum Beispiel Zylinder etc.) frei festgelegt werden, und sie können auch in verschiedene Abteilungen aufgeteilt werden.

[0149] In jeder der obigen Ausführungsformen wurde der Fall erläutert, in dem Öl als Druckfluid verwendet wurde, es kann jedoch auch Luft verwendet werden.

Industrielle Anwendbarkeit

[0150] Nach jeder der oben erwähnten Ausführungsformen ist es möglich, Steuerventile, von denen in einem herkömmlichen Beispiel üblicherweise zwei benötigt werden, durch ein drehbares Servoventil zu ersetzen. Als Ergebnis kann die Zeit der Druckausbreitung, verglichen mit dem herkömmlichen Beispiel, bedeutend verkürzt werden, die Ventilansprechzeit wird verbessert, und es wird eine Hochgeschwindigkeits-Hydrauliksteuerung möglich. Da auch eine Raum- und Größenreduzierung der Anlage möglich wird, und die Anzahl der hydraulischen Rohrleitungen und der elektrischen Leitungen verringert wird, kann die Anlage zusätzlich vereinfacht werden. Ferner kann die Reduzierung der Anzahl der Ventile die Gefahr von Ölleckagen verringern, und es kann eine Energieeinsparung erreicht werden. Außerdem gibt es keine Einschränkung bei der Montagerichtung der Ventile und eine Platzverschwendung kann eliminiert werden.

[0151] Nach dem oben erwähnten drehbaren Servoventil kann, zusätzlich zu der Funktion des Richtungsumstellungs-Druckölventils, die Ermittlung des Drehwinkels des Schiebers mit einem optischen Drehgeber und eine genaue Steuerung des Servomotors eine stufenlose Steuerung des Durchflusses ermöglichen. Insbesondere kann die Verwendung eines optischen Drehgebers eine hochgenaue Steuerung erreichen, die fast frei ist vom Einfluss durch Temperaturänderungen.

[0152] Wenn das hydraulische Servosystem, das das drehbare Servoventil nach der vorliegenden Erfindung verwendet, auf die Steuerung eines Stanzpressen-Hydraulikzylinders angewendet wird, kann die Geschwindigkeit und die Druckkraft des Hydraulikzylinders mit hoher Geschwindigkeit und hoher Genauigkeit gesteuert werden.

Patentansprüche

1. Servoventil, das umfasst:

einen Ventil-Hauptkörper (303; 365), der mit einer Vielzahl von Einlassanschlüssen (P_{11} , P_{12}) zum Einlassen einer Vielzahl von Druckfluiden, die voneinander verschiedene Drücke haben, und einer Vielzahl von Zuführanschlüssen (A, B) zum Zuführen einer Vielzahl eingelassener Druckfluide zu den gewünschten Antrieben versehen ist;
 einen ersten beweglichen Schieber (307; 369), der einen Hohlraum hat und so installiert ist, dass er in den Ventil-Hauptkörper (303; 365) eingeführt wird und sich dabei frei bewegen kann, und der selektiv zulässt, dass einer der Vielzahl von Einlassanschlüssen (P_{11} , P_{12}) mit dem Hohlraum in Verbindung tritt;
 ein erstes bewegliches Stellglied (313; 373) zum Bewegen des ersten beweglichen Schiebers (307; 369);
 einen zweiten beweglichen Schieber (309; 371), der einen Hohlraum hat und so installiert ist, dass er in den Ventil-Hauptkörper (303; 365) eingeführt wird und sich dabei frei bewegen kann; und
 ein zweites bewegliches Stellglied (317; 377) zum Bewegen des zweiten beweglichen Schiebers (309; 371),
dadurch gekennzeichnet, dass der erste bewegliche Schieber (307; 369) an einer Seite des Ventil-Hauptkörpers (303; 365) vorhanden ist, dadurch, dass der zweite bewegliche Schieber (309; 371) an der anderen Seite des Ventil-Hauptkörpers (303; 365) vorhanden ist und selektiv zulässt, dass einer der Vielzahl von Zuführanschlüssen (A, B) mit dem Hohlraum in Verbindung tritt, und dadurch, dass der Ventil-Hauptkörper (303; 365) einen Verbindungsdurchlass (339; 387) hat, der Druckfluide in den Hohlräumen des ersten und des zweiten beweglichen Schiebers (307; 309; 369; 371) miteinander verbindet.

2. Servoventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl von Einlassanschlüssen (P_{11} , P_{12}) eine Hochdrucköffnung (P_{12}) zum Einlassen von Hochdruckfluid sowie eine Niederdrucköffnung (P_{11}) zum Einlassen von Niederdruckfluid enthält und die Vielzahl von Zuführanschlüssen (A, B) einen Abstiigsanschluss (A) zum Zuführen von Druckfluid zu der oberen Kammer (351) des Zylinders (349), der durch das Druckfluid betrieben wird, und einen Anstiigsanschluss (B) zum Zuführen von Druckfluid zu der unteren Kammer (355) des Zylinders (349) enthält.

3. Servoventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Hohlraumwand des ersten beweglichen Schiebers (307; 369) mit einem ersten Öffnungsabschnitt (323; 383), der selektiv mit der Vielzahl von Einlassanschlüssen (P_{11} , P_{12}) in Verbindung treten kann, sowie mit einem zweiten Öffnungsabschnitt (325; 385) versehen ist, der mit dem Verbindungsdurchlass (339; 387) des Ventil-Hauptkörpers

(303; 365) in Verbindung steht, und der zweite bewegliche Schieber (309; 371) mit einer hohlen Druckfluid-Einströmkammer (341; 389) sowie einer Druckfluid-Ablasskammer (343; 391) versehen ist und die Druckfluid-Einströmkammer (341; 389) mit einem dritten Öffnungsabschnitt (345; 393), der mit dem Verbindungsdurchlass (339; 387) in Verbindung steht, sowie einem vierten Öffnungsabschnitt (347; 395) versehen ist, der selektiv mit einem Abstiigsanschluss (A) und einem Anstiigsanschluss (B) in Verbindung stehen kann, die mit der oberen Kammer (351) bzw. der unteren Kammer (355) des Zylinders (349) in Verbindung stehen, und die Druckfluid-Ablasskammer (343; 391) mit einem fünften Öffnungsabschnitt (359; 397), der selektiv mit einem Ablassseiten-Abstiigsanschluss (T_A) und einem Ablassseiten-Anstiigsanschluss (T_B) in Verbindung treten kann, sowie einem sechsten Öffnungsabschnitt (361; 399) versehen ist, der mit einem Ölablaufanschluss (T) in Verbindung steht, der mit einem Ölbehälter (329) verbunden ist.

4. Servoventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ablassseiten-Anstiigsanschluss (T_B) mit dem Abstiigsanschluss (A) und dem Anstiigsanschluss (B) über einen ersten bzw. einen zweiten Verbindungsdurchlass (363A, 363B; 401A, 401B) in Verbindung steht.

5. Servoventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ablassseiten-Anstiigsanschluss (T_B) mit einem unteren Ölablaufanschluss bzw. einem oberen Ölablaufanschluss in Verbindung steht, die sich an der oberen Kammer (351) bzw. der unteren Kammer (355) des Zylinders (349) befinden.

6. Servoventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste bewegliche Schieber ein erster Drehschieber (307) ist, dadurch, dass der zweite bewegliche Schieber ein zweiter Drehschieber (309) ist, wobei der erste und der zweite Drehschieber (307; 309) so installiert sind, dass sie in den Ventil-Hauptkörper (303) eingeführt werden und sich dabei frei drehen können, dadurch, dass das erste bewegliche Stellglied ein erstes Dreh-Stellglied (313) zum Drehen des ersten Drehschiebers (307) ist, und dass das zweite bewegliche Stellglied ein zweites Dreh-Stellglied (317) zum Drehen des zweiten Drehschiebers (309) ist.

7. Servoventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste bewegliche Schieber ein erster Gleitschieber (369) ist, dadurch, dass der zweite bewegliche Schieber ein zweiter Gleitschieber ist, wobei der erste und der zweite Gleitschieber (369; 371) so installiert sind, dass sie in den Ventil-Hauptkörper (303) eingeführt werden und sich dabei frei hin- und herbewegen können, dadurch dass das erste bewegliche Stellglied ein erstes Gleit-Stellglied (373) zum Verschieben des ersten

Gleitschiebers (**369**) ist, und dadurch, dass das zweite bewegliche Stellglied ein zweiter Gleitschieber (**377**) zum Verschieben der zweiten Gleitspule (**371**) ist.

8. Servoventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erste bewegliche Schieber ein Drehschieber (**307**) ist, die so installiert ist, dass sie in den Ventil-Hauptkörper (**303**) eingeführt wird und sich dabei frei drehen kann, dadurch, dass der zweite bewegliche Schieber ein Gleitschieber (**371**) ist, der so installiert ist, dass er in den Ventil-Hauptkörper (**303**) eingeführt wird und sich dabei frei hin- und herbewegen kann, und dadurch, dass das erste bewegliche Stellglied ein Dreh-Stellglied (**313**) zum Drehen der Drehschieber (**307**) ist, und dadurch, dass das zweite bewegliche Stellglied ein Gleit-Stellglied (**377**) zum Verschieben des Gleitschiebers (**371**) ist.

9. Stanzpressen-Hydraulik-Servosystem, das umfasst:
 eine Vielzahl von Druckquellen zum Zuführen einer Vielzahl von Druckfluiden mit voneinander verschiedenen Drücken;
 einen Stanzpressen-Hydraulikzylinder (**3**);
 einen Ventil-Hauptkörper (**303**; **365**), der mit einer Vielzahl von Einlassanschlüssen (P_{11} , P_{12}) zum Einlassen der Vielzahl von Druckfluiden sowie einer Vielzahl von Zuführanschlüssen (A, B) zum Zuführen der Vielzahl eingelassener Druckfluide zu einer oberen Kammer (**351**) oder einer unteren Kammer (**355**) eines Hydraulikzylinders (**349**) versehen ist;
 einen ersten beweglichen Schieber (**307**; **369**), der einen Hohlraum hat und so installiert ist, dass er sich frei in dem Ventil-Hauptkörper (**303**; **365**) bewegen kann, und der selektiv zulässt, dass einer der Vielzahl von Einlassanschlüssen (P_{11} , P_{12}) mit dem Hohlraum in Verbindung tritt;
 ein erstes bewegliches Stellglied (**313**; **373**) zum Bewegen des ersten beweglichen Schiebers (**307**; **369**);
 einen zweiten beweglichen Schieber (**309**; **371**), der einen Hohlraum hat und so installiert ist, dass er in den Ventil-Hauptkörper (**303**; **365**) eingeführt wird und sich dabei frei bewegen kann;
 ein zweites bewegliches Stellglied (**317**; **377**) zum Bewegen des zweiten beweglichen Schiebers (**309**; **371**) und
 eine Steuereinrichtung (**309**, **313**; **371**, **373**) zum unabhängigen Steuern der Bewegung des ersten und des zweiten beweglichen Schiebers (**307**, **309**; **369**, **371**), dadurch gekennzeichnet, dass:
 der erste bewegliche Schieber (**307**; **369**) an einer Seite des Ventil-Hauptkörpers (**303**; **365**) vorhanden ist, dadurch, dass der zweite bewegliche Schieber (**309**; **371**) an der anderen Seite des Ventil-Hauptkörpers (**303**; **365**) vorhanden ist und selektiv zulässt, dass einer der Vielzahl von Zuführanschlüssen (A, B) mit dem Hohlraum in Verbindung tritt, und dadurch, dass der Ventil-Hauptkörper (**303**; **365**) einen Verbindungs-

dungsdurchlass (**339**; **387**) hat, der Druckfluide in den Hohlräumen des ersten und des zweiten beweglichen Schiebers (**307**, **309**; **369**, **371**) miteinander verbindet.

10. Stanzpressen-Hydraulik-Servosystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass es des Weiteren eine Einrichtung (**16**) zum Erfassen eines Drehwinkels des ersten beweglichen Schiebers (**307**, **309**) umfasst.

11. Stanzpressen-Hydraulik-Servosystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**16**) zum Erfassen des Drehwinkels ein Drehgeber ist.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG.1
STAND DER
TECHNIK

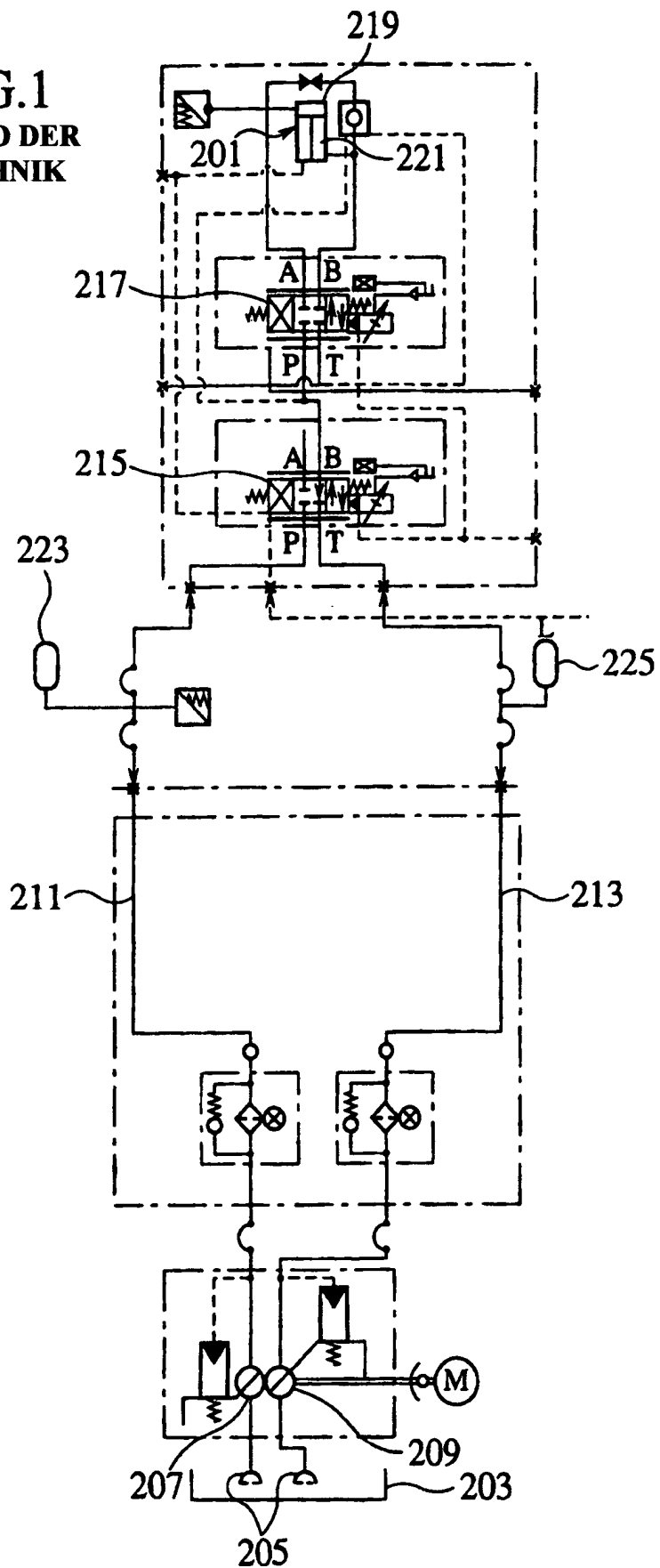


FIG.2

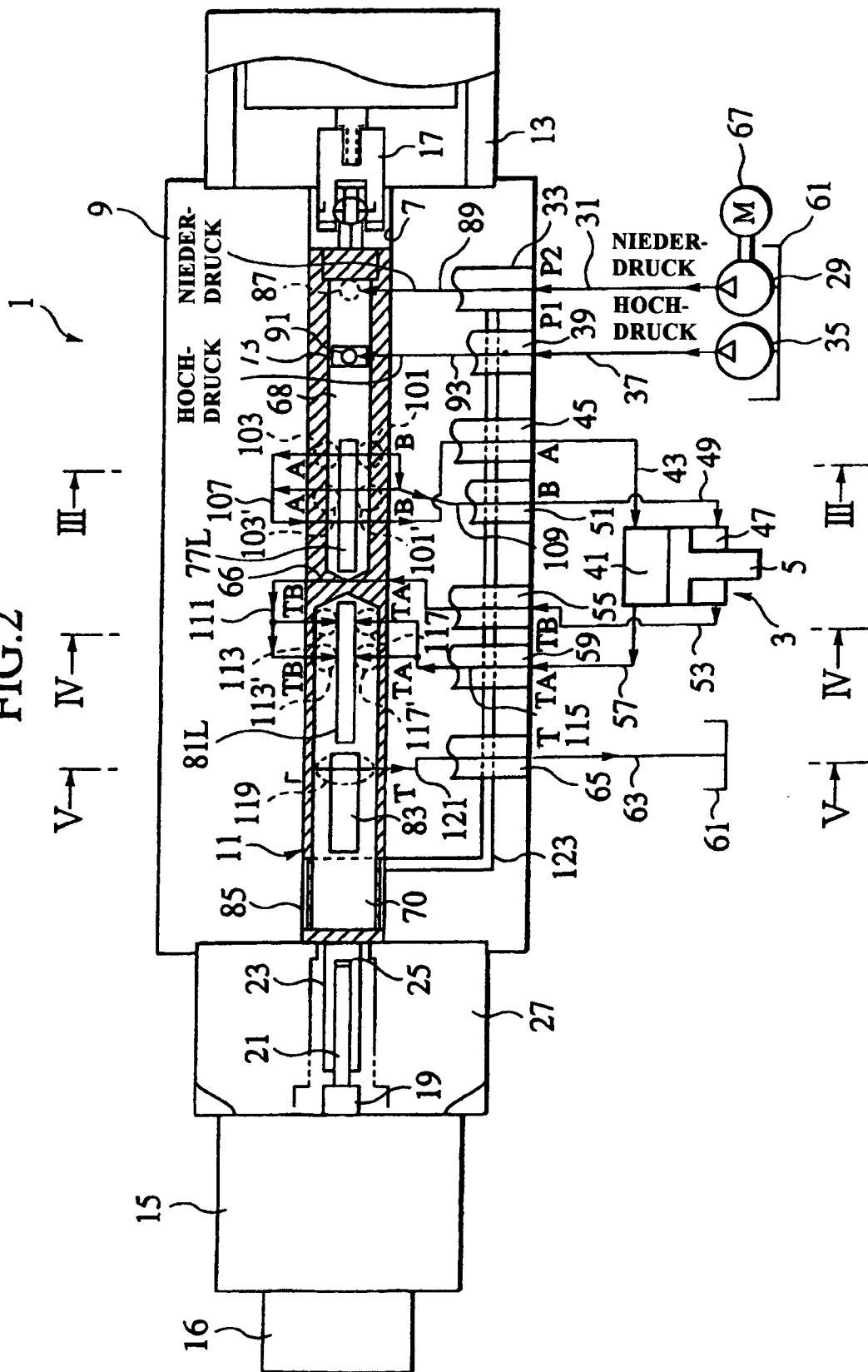


FIG.3

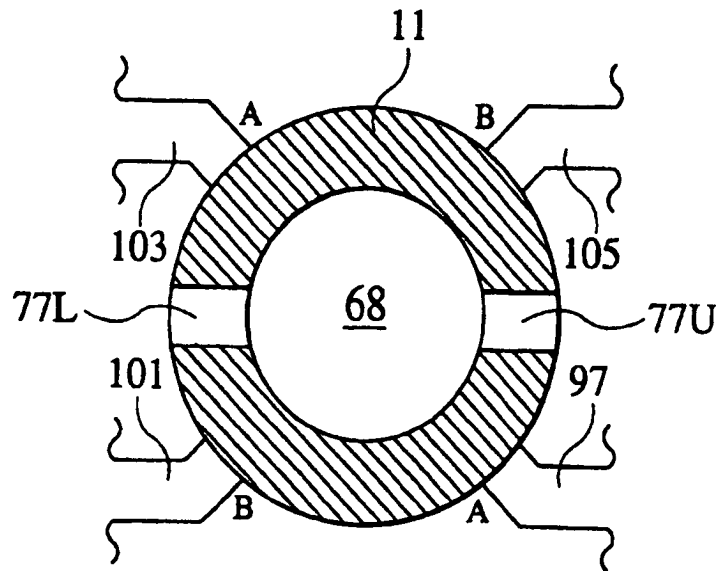


FIG.4

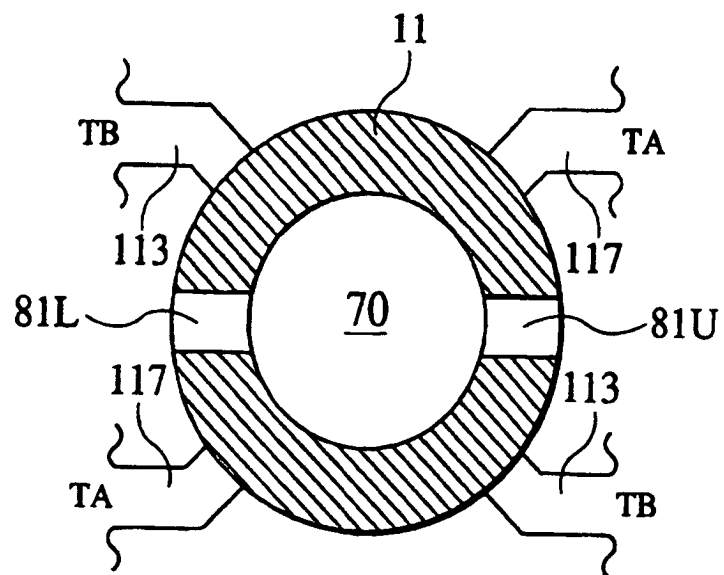


FIG.5

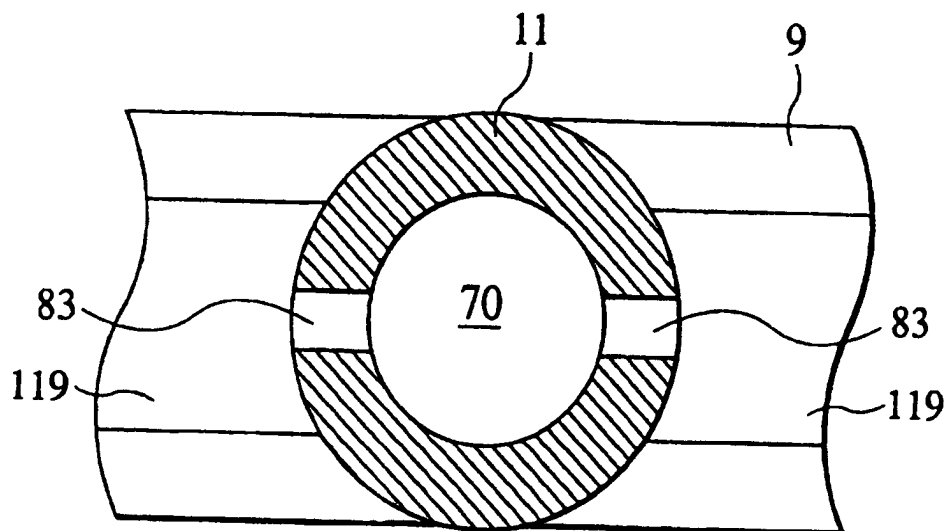


FIG.6

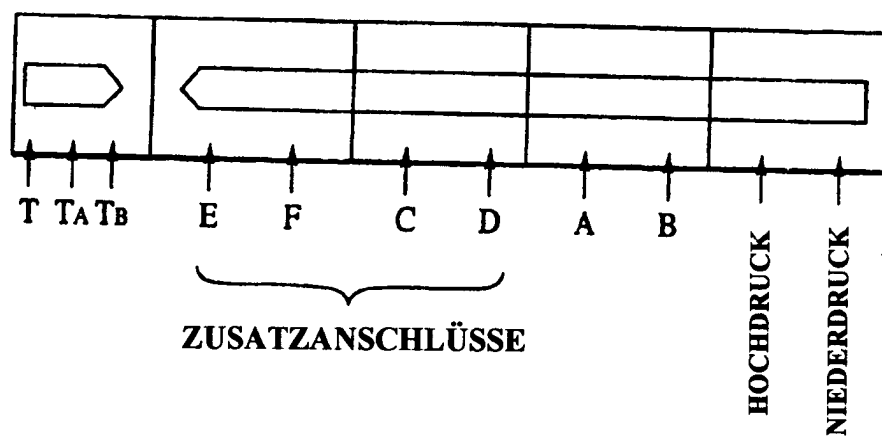


FIG.7

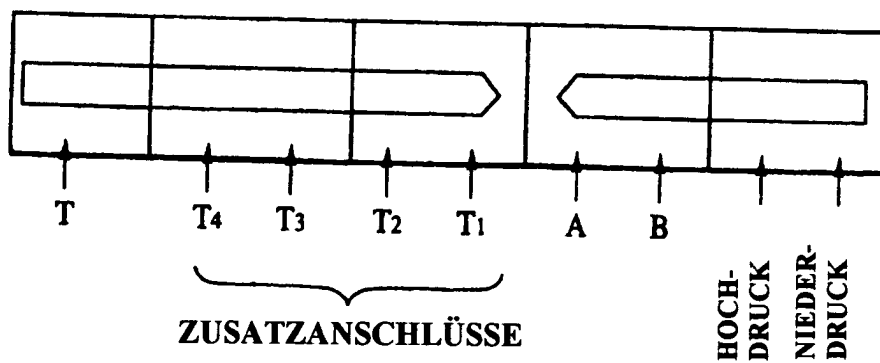
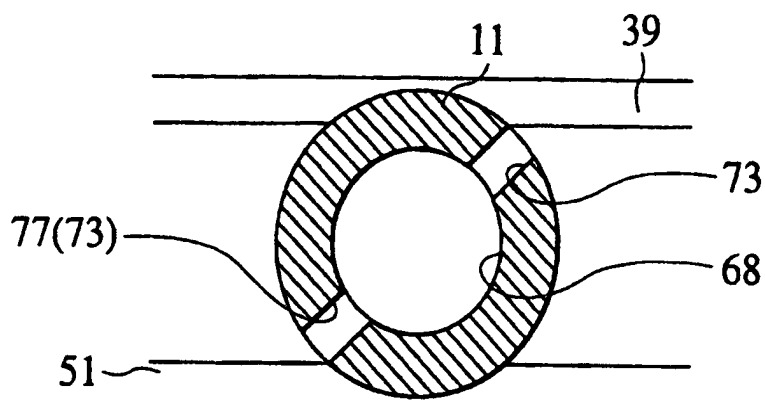
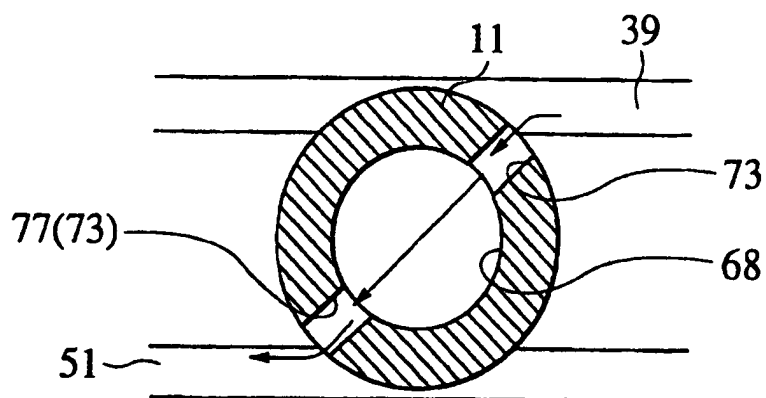


FIG.8A



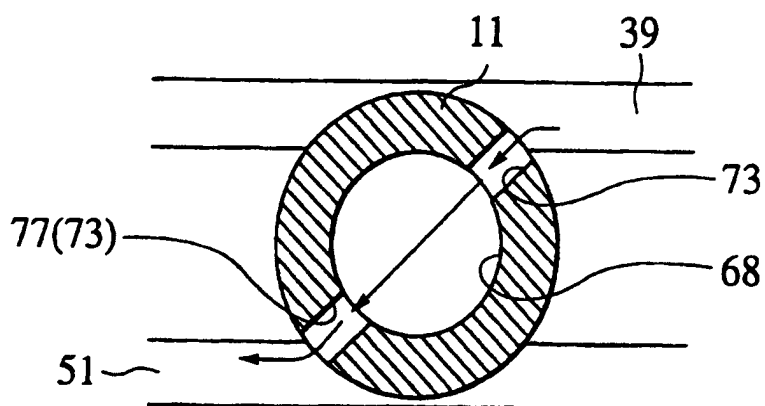
ÖFFNUNGSBEREICH: GESCHLOSSEN
DURCHFLUSS INNERHALB DES SCHIEBERS: 0

FIG.8B



ÖFFNUNGSBEREICH: LEICHT GEÖFFNET
DURCHFLUSS INNERHALB DES SCHIEBERS: GERING

FIG.8C



ÖFFNUNGSBEREICH: WEITER GEÖFFNET
DURCHFLUSS INNERHALB DES SCHIEBERS: ERHÖHT

FIG.9

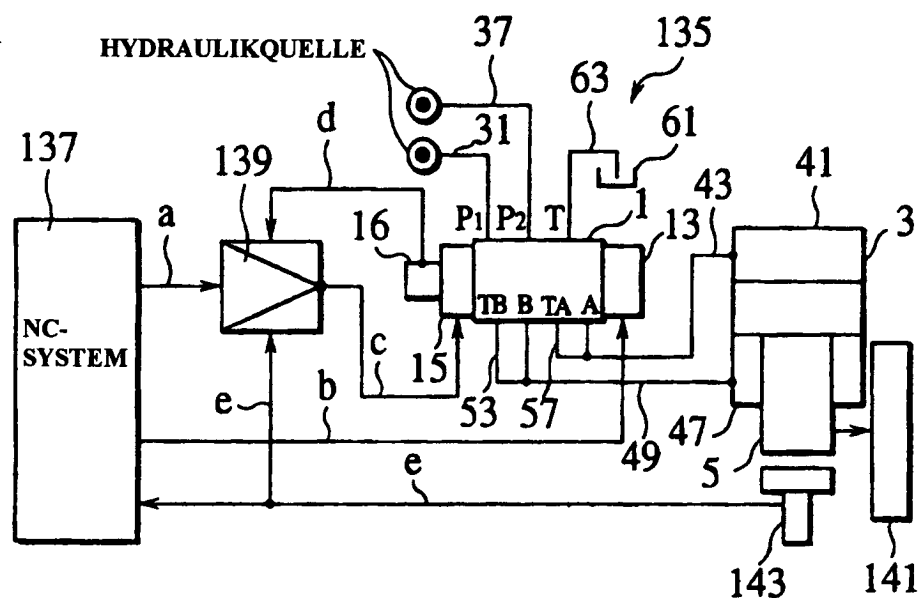


FIG.10

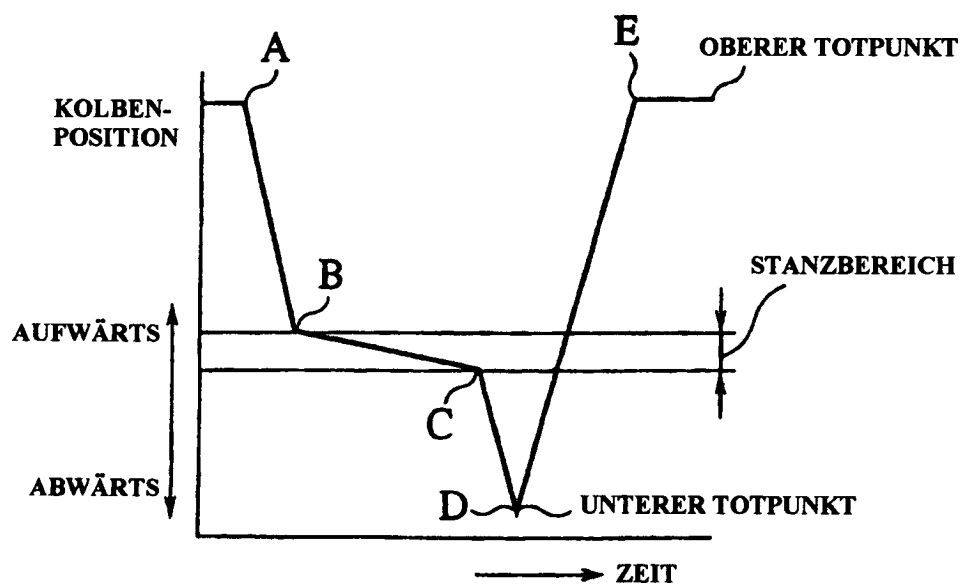


FIG.11

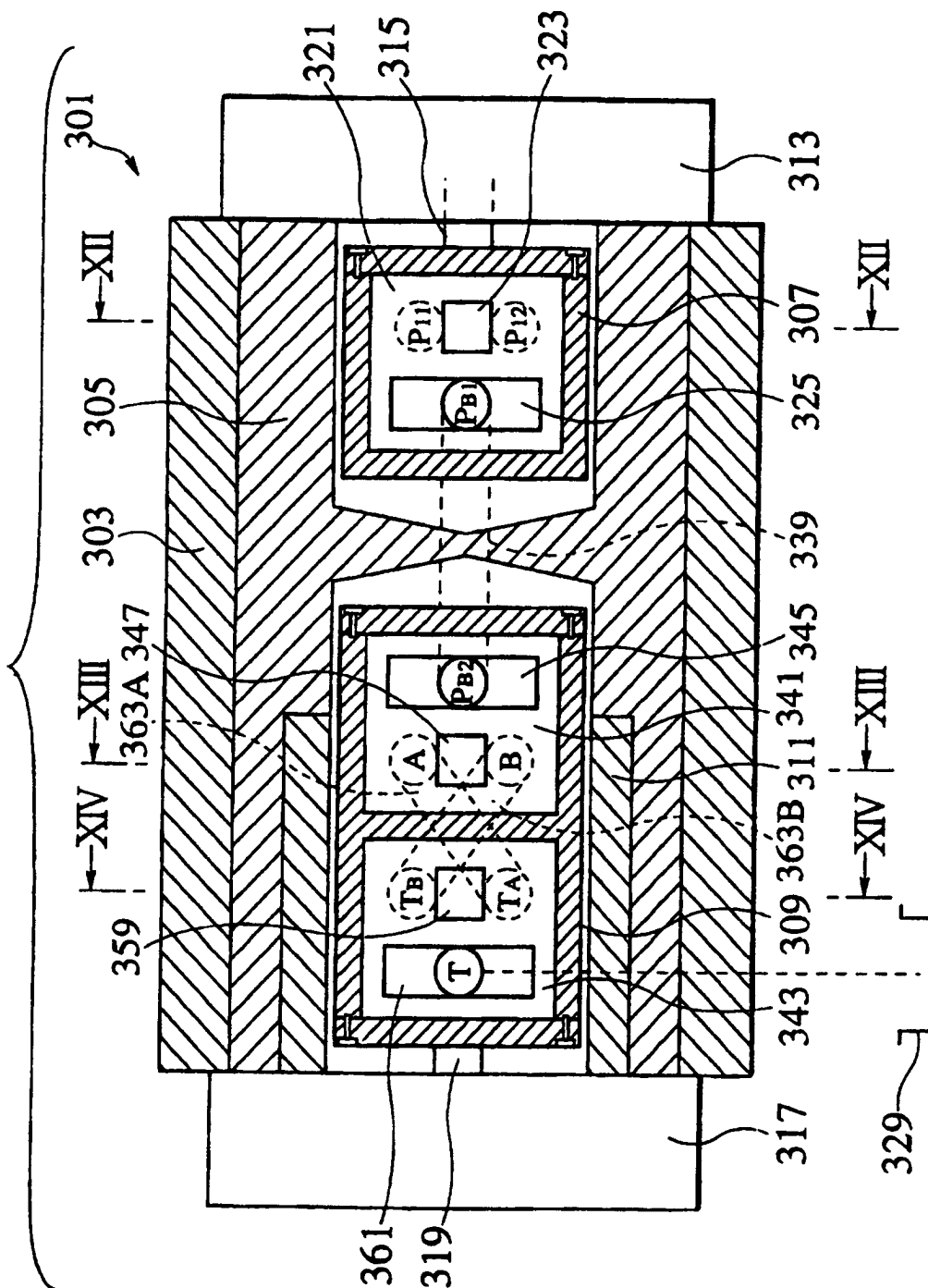


FIG.12

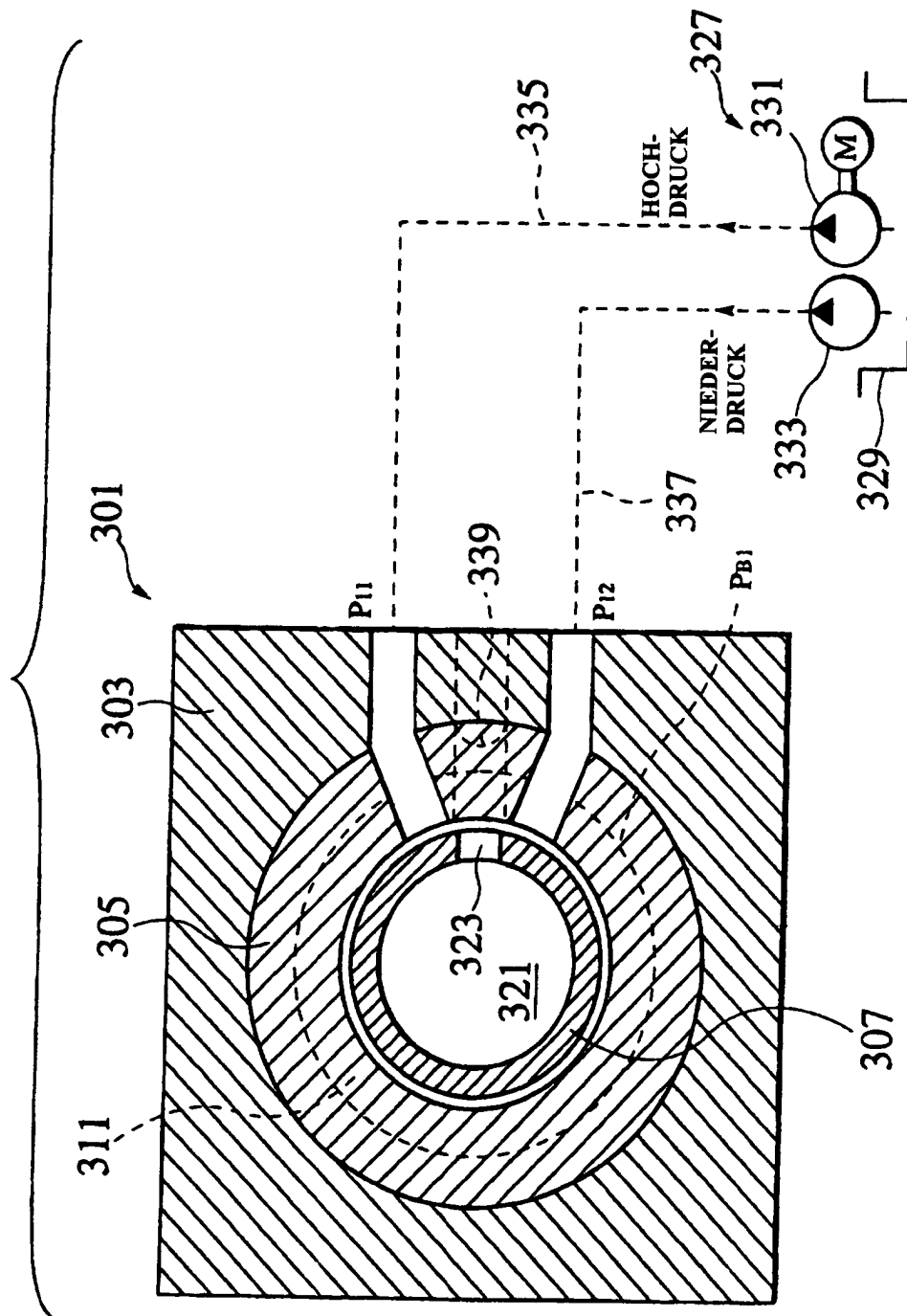


FIG.13

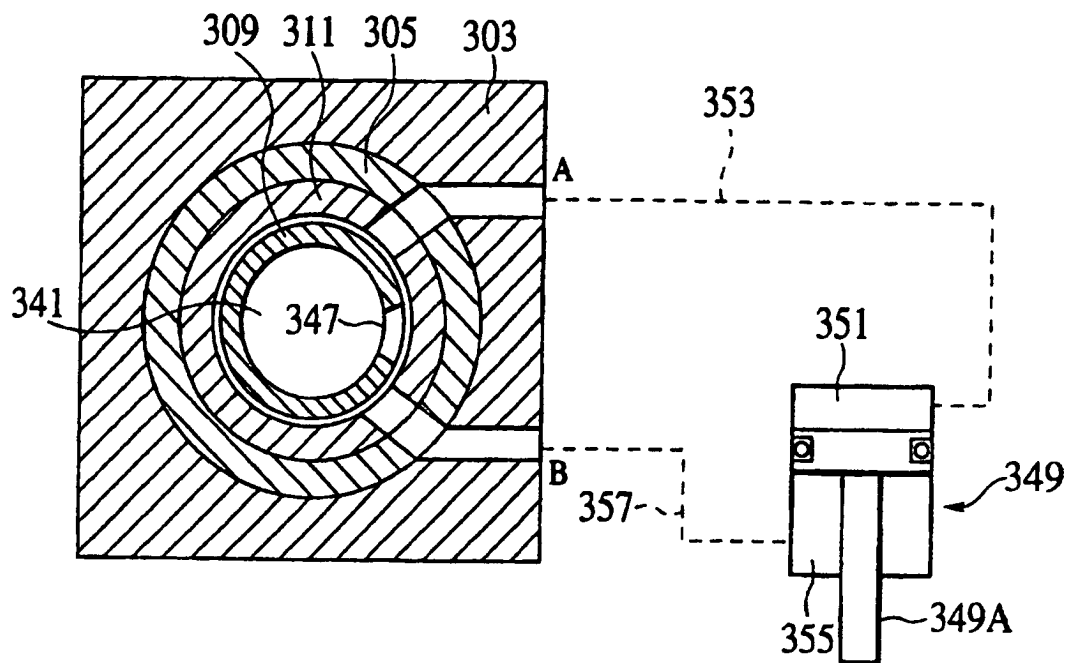


FIG.14

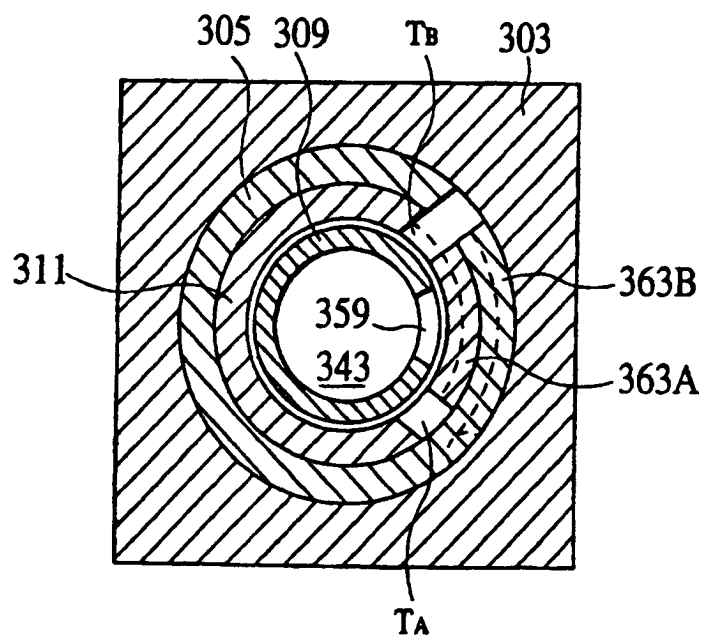


FIG. 15

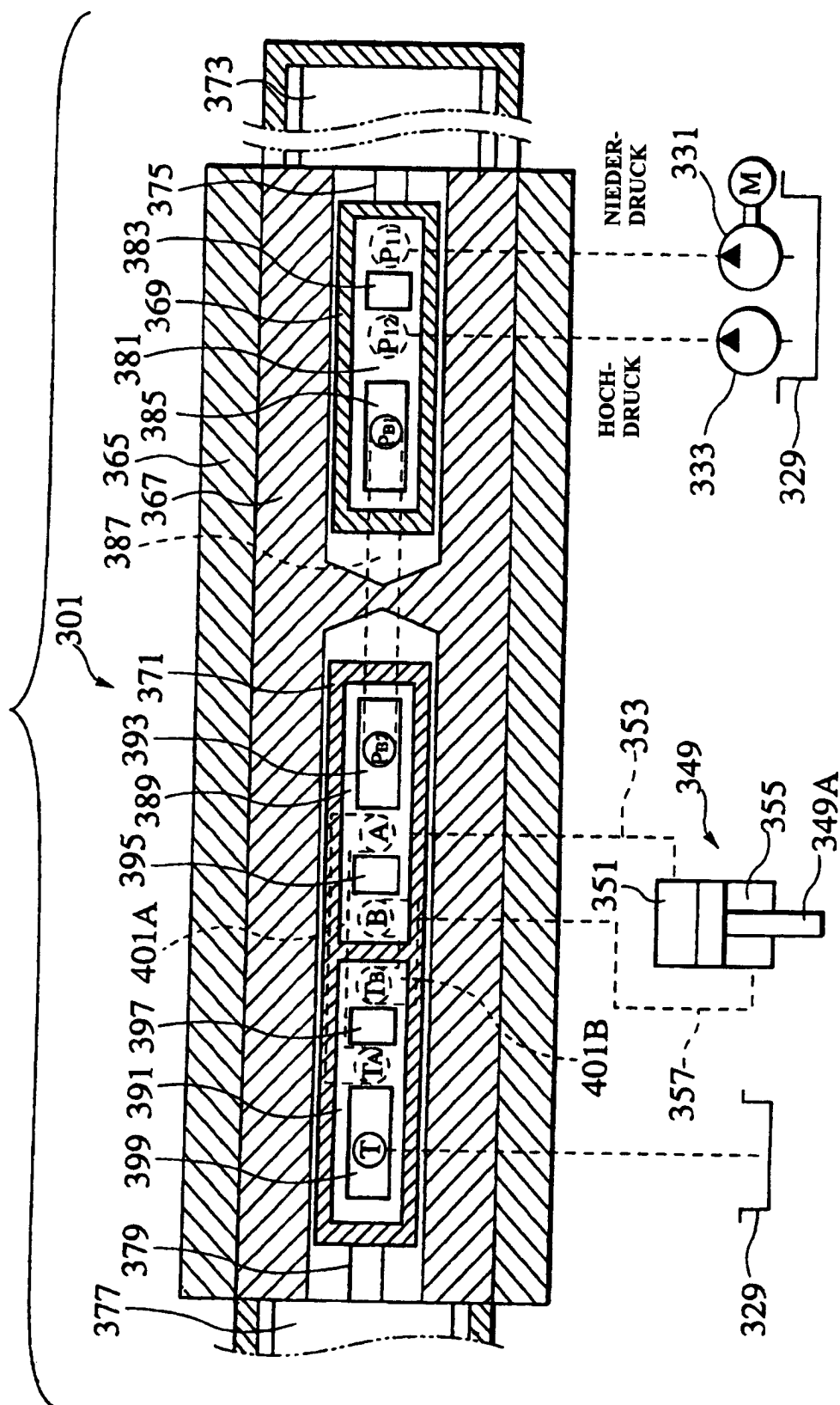
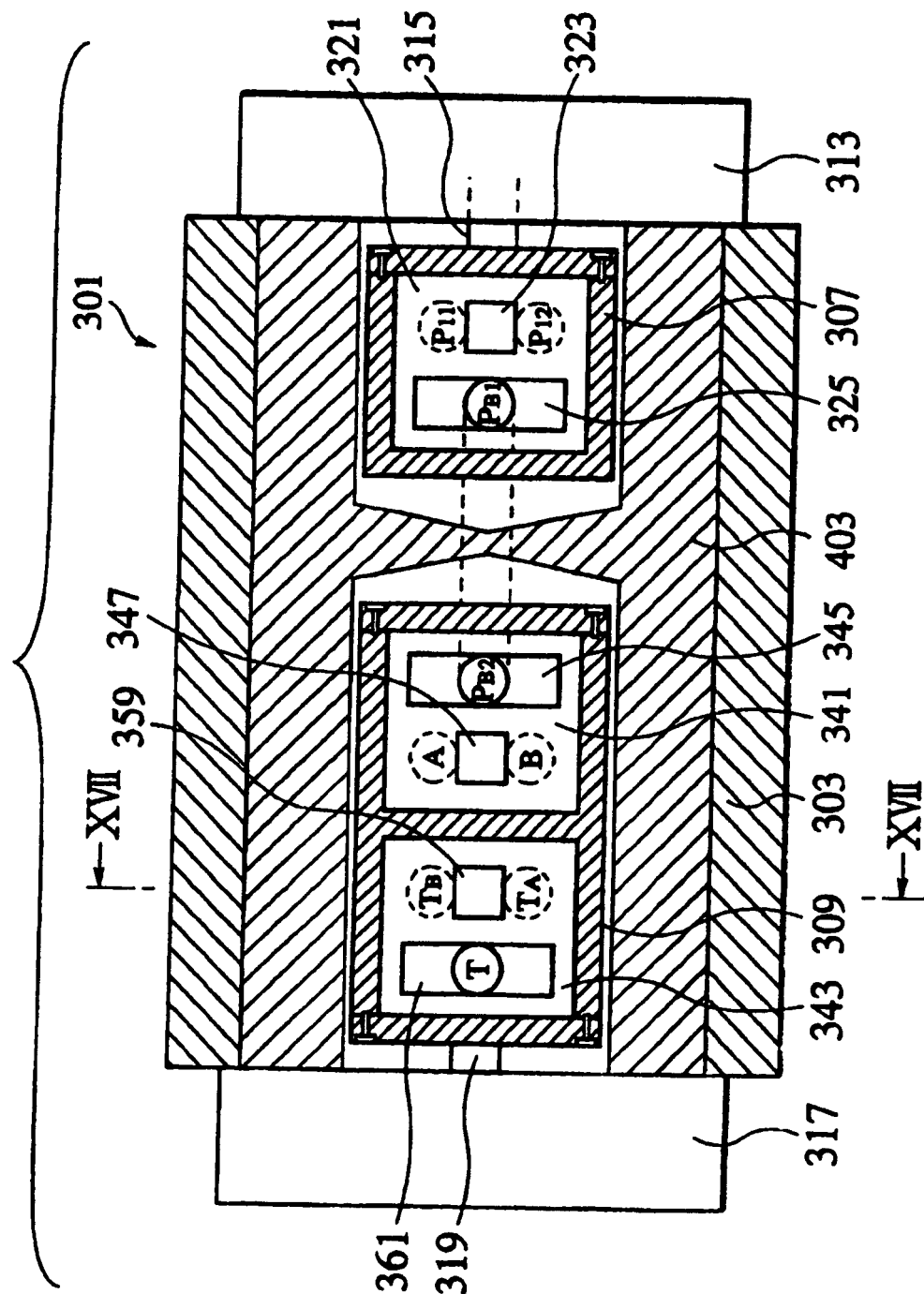


FIG.16



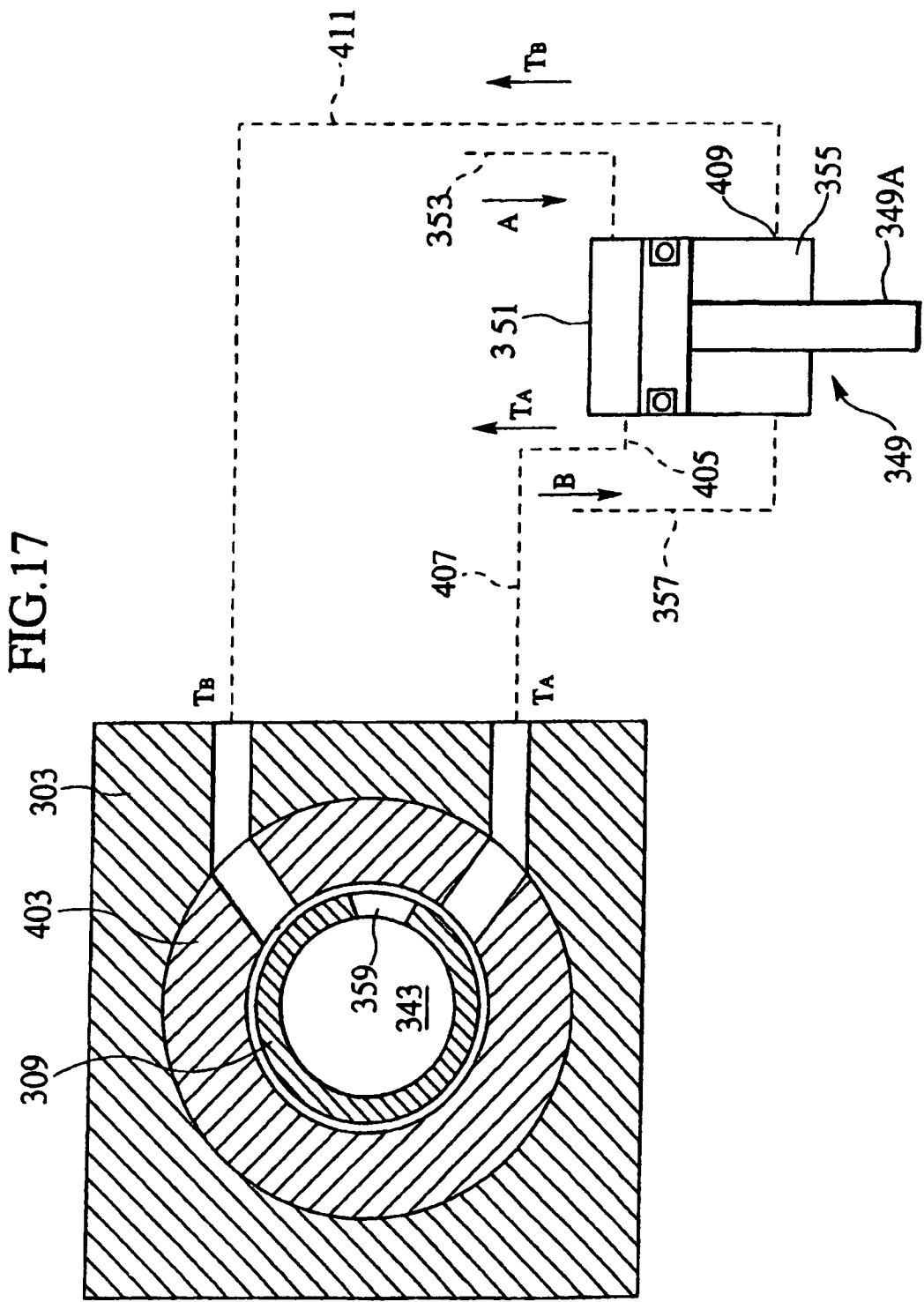


FIG.18

