(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 476 642 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2008 Patentblatt 2008/02

(21) Anmeldenummer: **03706369.0**

(22) Anmeldetag: **23.01.2003**

(51) Int Cl.:
F01L 1/344 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/000627

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/067034 (14.08.2003 Gazette 2003/33)

(54) **VORRICHTUNG ZUR RELATIVEN DREHWINKELVERSTELLUNG EINER NOCKENWELLE EINER BRENNKRAFTMASCHINE ZU EINEM ANTRIEBSRAD**

DEVICE FOR ADJUSTING THE ANGLE OF ROTATION OF A CAMSHAFT OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE RELATIVE TO A DRIVE GEAR

DISPOSITIF PERMETTANT DE REGLER L'ANGLE DE ROTATION D'UN ARBRE A CAMES D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE PAR RAPPORT A UNE ROUE MOTRICE

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

(30) Priorität: **09.02.2002 DE 10205415**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.2004 Patentblatt 2004/47

(73) Patentinhaber:
- **Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft**
  70435 Stuttgart (DE)
- **Hydraulik-Ring GmbH**
  72622 Nürtingen (DE)

(72) Erfinder:
- **PALESCH, Edwin**
  73252 Lenningen (DE)
- **NEUDÖRFER, Gordon**
  89081 Ulm-Möhringen (DE)
- **SCHWARZ, Holger**
  71691 Freiberg/Neckar (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 008 729
DE-A- 10 033 229
US-A- 5 657 725

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

EP 1 476 642 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur relativen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu einem Antriebsrad gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Vorrichtungen zur Nockenwellenverstellung bekannt (siehe z. B. Lehrbuch "Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik", Verlag Europa - Lehrmittel, 26 Auflage 1999, Seite 272, 273). Zwei verschiedene Ausführungen einer Nockenwellen - Verstellvorrichtung sind in der zitierten Literaturstelle beschrieben. Bei einer ersten Ausführungsform treibt die Auslassnockenwelle über einen Kettentrieb die Einlassnockenwelle an. Durch hydraulisches Verstellen eines zwischen dem Kettentrieb angeordneten Kettenspanners kann die Drehlage der Einlassnockenwelle gegenüber der Auslassnockenwelle verstellt werden, wodurch die Ventilsteuerzeiten auf gewünschte Art und Weise verändert werden können. Bei einer zweiten Ausführungsform einer Nockenwellenverstellung ist vorgesehen, beispielsweise die Einlassnockenwelle gegenüber dem Nockenwellenantriebsrad zu verdrehen. Dazu ist ein nach links oder rechts verstellbarer Hydraulikkolben vorgesehen, dessen axiale Bewegung in einer mechanischen Verstelleinheit mit Schrägverzahnung eine Verstellung der Nockenwelle in Richtung "früh" oder "spät" bewirkt. Neben diesen beiden soeben beschriebenen Ausführungsformen sind sog. Flügelzellen - Nockenwellenversteller bekannt, (siehe z. B. EP 1 008 729 A2) bei denen die Nockenwelle ebenfalls gegenüber dem Nockenwellen - Antriebsrad verstellbar ist. Allen zuvor genannten Ausführungen einer Nockenwellenverstellung ist gemeinsam, dass die Verstellung hydraulisch erfolgt, wobei zu zwei verschiedenen Druckräumen bzw. Druckkammern führende Hydraulikleitungen vorgesehen sind, über die das eigentliche Stellelement des Nockenwellenverstellers mit Hilfe eines Steuerventils wahlweise nach links oder nach rechts verstellbar ist.

[0003] Wie allgemein bekannt ist, kann beispielsweise mit der Nockenwellenverstellung auf der Einlassseite die Zylinderfüllung über einen großen Drehzahlbereich entscheidend verbessert werden. Dazu ist es jedoch erforderlich, dass ein derartiges hydraulisches Verstellsystem mit kurzen Verzögerungszeiten arbeitet, bzw. eine hohe Verstellgeschwindigkeit gewährleistet. Die Verstellgeschwindigkeit des Nockenwellenverstellers ist jedoch begrenzt, da das für die Druckbeaufschlagung der Hydraulikkammern erforderliche Öl erst einem Öltank, z. B. dem Ölsumpf der Brennkraftmaschine, entnommen werden muss. Problematisch ist dabei, dass bei hohen Öltemperaturen durch eine erhöhte Leckage in der Ölzuführung eine geringere Ölmenge zur Verfügung steht; damit nimmt die Verstellgeschwindigkeit des Nockenwellenverstellers ab.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, die hydraulische Ölversorgung eines Nockenwellenverstellers zu verbessern, damit schnellere Ansprech- bzw. Verstellzeiten zur Nockenwellenverstellung erreichbar sind.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst.

[0006] Dadurch, dass zwischen den beiden zu den Druckräumen des Nockenwellenverstellers führenden Steuerleitungen eine von einem Ventilelement steuerbare Bypassleitung vorgesehen ist, kann in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine das aus der nicht druckbeaufschlagten Hydraulikkammer abfließende Öl unter Umgehung des Öltanks direkt der druckbeaufschlagten Steuerleitung bzw. Druckkammer zugeführt werden. Damit kann trotz hoher Öltemperaturen die Verstellgeschwindigkeit des Nockenwellenversteller gegenüber den bekannten Systemen verbessert werden.

[0007] Die Aktivierung der zwischen beiden Druckräumen bestehenden Verbindung erfolgt insbesondere dann, wenn der Öldruck in dem nicht aktivierten Druckraum der Verstelleinheit grösser ist, als der Öldruck im aktivierten Druckraum, der durch zur Verstellung der Nockenwelle über eine Hydraulikleitung mit Öl versorgt wird. Diese Druckverhältnisse können dann vorliegen, wenn ein zusätzliches Drehmoment in Verstellrichtung auf die Nockenwelle einwirkt; ein derartiges mitdrehendes Moment wird beispielsweise durch das Schliessen der Ventile durch die Übertragung auf Nocken und Nokkenwelle und damit auf die Verstelleinheit erzeugt.

[0008] Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

[0009] In einer ersten vorteilhaften Ausführungsform, ist der beide Druckräume verbindende Bypass direkt in der Nockenwellen - Verstelleinheit integriert. Dabei handelt es sich um einen sog. Flügelzellen - Nockenwellenversteller, bei dem ein Innenteil (Rotor) drehfest mit der Nockenwelle verbunden ist und zumindest annähernd radial verlaufende Flügel aufweist, die von einem Antriebsrad umgeben sind, und mehrere über den Umfang verteilte, durch Stege begrenzte Zellen aufweist, so dass zwischen den Flügeln des Innenteils und den Stegen des Antriebsrades jeweils zwei Druckräume ausgebildet sind. Durch diese im Nockenwellenversteller integrierte Ausführungsform kann das Hydrauliköl auf kürzesten Weg vom einen Druckraum in den anderen gefördert werden. Damit sind extrem kurze Verstellzeiten umsetzbar.

[0010] Eine besonders kompakte und leckageverlustarme Bauweise wird erreicht, wenn die zur Umsetzung des im Nockenwellenversteller integrierten Bypasssystems erforderlichen Ventilbolzen im Innenteil (Rotor) der Verstelleinheit angeordnet sind.

[0011] In einem Flügel des Innenteils sind vier Bohrungen vorgesehen, die zur Aufnahme der Ventilbolzen dienen. Durch das Zusammenwirken der vier Ventilbolzen wird einerseits die Ölzufuhr aus dem Öltank zu den beiden Druckräumen und andererseits der Bypass zwischen den beiden Druckräumen gesteuert.

[0012] In vorteilhafter Weise ist ein Ventilbolzen gleichzeitig als ein zwischen Innenteil und Antriebsrad

wirksames Verriegelungselement ausgebildet.

[0013] In einer zweiten vorteilhaften Ausführungsform ist der ventilüberwachte Bypass zwischen den beiden Druckräumen im Steuerventil integriert.

[0014] Eine einfache und zuverlässige Umsetzung des im Magnet- Steuerventil integrierten Bypasses zeichnet sich dadurch aus, dass zwei Ventilschieber auf einer Ventilstange verschiebbar angeordnet sind und dass die Ventilschieber mit Ringschultern versehen sind, die zu den Steuerleitungen führende Öffnungen kontrollieren.

[0015] In einer dritten vorteilhaften Ausführungsform ist in einer zum Steuerventil führenden Öltankleitung ein Umsteuerventil vorgesehen, das über einen schaltbaren Leitungsanschluss mit einer zweiten Öltankleitung verbunden ist. Auf diese Art und Weise ist ebenfalls ein steuerbarer Bypass zwischen den beiden zu den Druckräumen führenden Steuerleitungen hergestellt.

[0016] Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung und Zeichnung näher erläutert.

[0017] Es zeigen:

Fig. 1a ein hydraulisches Schaltschema für eine Nockenwellenverstellung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 1b ein erster Querschnitt durch einen Flügelzellen - Nockenwellenversteller,

Fig. 1c ein zweiter Querschnitt durch den Flügelzellen - Nockenwellenversteller,

Fig. 1d eine erste Innenansicht auf eine Stirnseite des Nockenwellenverstellers gemäß Pfeil X in Fig. 1b,

Fig. 1e eine zweite Innenansicht auf eine Stirnseite des Nockenwellenverstellers gemäß Pfeil Y in Fig. 1c,

Fig. 1f einen Querschnitt entlang der Linie If - If in Fig. 1d,

Fig. 2a - 6f verschiedene Betriebszustände des Nockenwellenverstellers nach dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 7a ein hydraulisches Schaltschema für eine Nockenwellenverstellung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 7b eine Schnittdarstellung eines Magnetsteuerventil nach dem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 8a - 12b verschiedene Betriebszustände des Nockenwellenverstellers nach dem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 13 u. 14 eine vergrößerte Schnittdarstellung entlang der Linie I-I in Fig. 7b eines in einer Druckleitung angeordneten Rückschlagventils in einer geschlossenen und geöffneten Stellung,

Fig. 15 eine Schnittdarstellung des Magnetsteuerventils mit veränderten Rückschlagventil,

Fig. 16a ein hydraulisches Schaltschema für eine Nokkenwellenverstellung nach einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 16b eine Schnittdarstellung eines Schaltventils gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel und

Fig. 17a+b ein weiterer Schaltzustand der Nockenwellenverstellung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0018] Zunächst wird der konstruktive Aufbau des in den Fig. 1b bis 1f dargestellten Nockenwellenverstellers gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Das Innenteil einer Verstelleinheit 4, im folgenden als Rotor 2 bezeichnet, ist am freien Ende einer nur schematisch dargestellten Nockenwelle 6 befestigt. Dazu weist der Rotor 2 eine zentrale Bohrung 8 auf, die in der Nockenwelle 6 weitergeführt ist und an die sich eine mit einem kleineren Durchmesser versehene Gewindebohrung (nicht dargestellt) anschließt. In der Bohrung 8 ist eine Schraube 10 geführt, mit deren Hilfe der Rotor 2 an der Nockenwelle 4 befestigt ist. Der Rotor 2 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit drei radial angeordneten Flügeln 12a bis 12c versehen, die von einer Nabe 14 des Rotors 2 ausgehen. Der Rotor 2 wird im Bereich seiner Flügel 12a bis 12c von einem Zellenrad 16 umfasst, das mit drei nach innen ragenden radialen Stegen 18a bis 18c versehen ist. Das den Stator der Verstelleinheit 4 bildende Zellenrad 16 wird auf seiner der Nockenwelle 6 zugewandten Stirnseite von einer ersten Dichtscheibe 20 begrenzt, an die sich ein Kettenrad 22 zum Antrieb der Nockenwelle 6 anschließt. Die gegenüberliegende Stirnseite des Zellenrades 16 wird von einer zweiten Dichtscheibe 24 begrenzt, an die sich eine Abdeckscheibe 26 anschließt. Beide Dichtscheiben 20, 24 sowie das Kettenrad 22 und die Abdeckscheibe 26 sind drehbeweglich und dichtend auf der Nabe 14 des Rotors 2 geführt und sind über nicht dargestellte Schraubmittel fest miteinander verbunden. Durch die Stege 18a bis 18c des Zellenrades 16 werden drei durch die beiden Dichtscheiben 20, 24 in axialer Richtung begrenzte Zellen ausgebildet, die durch die Flügel 12a bis 12c des Rotors 2 in jeweils zwei Druckräume 28a bis 28c bzw. 30a bis 30c unterteilt sind. Die Druckräume 28a bis 28c sind über einen im Kettenrad 22 integrierten Ringkanal 32 miteinander verbunden. Dazu sind in der ersten Dichtscheibe 20 drei Bohrungen 34a bis 34c vorgesehen, die in die Druckräume 28a bis 28c einmünden. Analog dazu ist in der Abdeckscheibe 26 ein zweiter Ringkanal 36 vorgesehen, der mit den Druckräumen 30a bis 30c über in der zweiten Dichtscheibe 24 angeordnete Bohrungen 38a bis 38c den Druckräumen 30a bis 30c in Verbindung steht. Die Druckölzufuhr für die Druckräume 28a bis 28c erfolgt über eine in der Nabe 14 des Rotors 2 angeordnete Bohrung, im folgenden als Leitung L1 bezeichnet, die zum Druckraum 28a führt. Die Leitung L1 wird von einem Ventilbolzen, im folgenden als Verriegelungsbol-

zen 42 bezeichnet, überwacht, der in einer im Flügel 12a vorgesehenen Bohrung 44 Aufnahme findet. Der Verriegelungsbolzen 42 dient neben der Druckölsteuerung gleichzeitig zur Verriegelung des Rotors 2 gegenüber dem Zellenrad 16. Dazu ist in der ersten Dichtscheibe 20 eine mit dem Durchmesser des Verrieglungsbolzens 42 korrespondierende Öffnung 46 angebracht, in der der Verriegelungsbolzen 42 in einer verriegelten Stellung, die später noch näher beschrieben wird, eingreift. Die Druckölversorgung für die Druckräume 30a bis 30c erfolgt über eine radial im Rotor 2 verlaufende Bohrung, im folgenden als Leitung L2 bezeichnet, die zum Druckraum 30a führt. Die zum Druckraum 30a führende Leitung L2 wird ebenfalls durch einen in einer Bohrung 50 des Flügels 12a aufgenommenen Ventilbolzen, im folgenden als Stufenbolzen 52 bezeichnet, überwacht. Die Leitung L2 ist mit einem Ringraum 54 verbunden, der sich zwischen der Befestigungsschraube 10 für die Verstelleinheit 4 und dem Wandungsabschnitt der in der Nabe 14 und in der Nockenwelle 6 vorgesehenen zentralen Bohrung 8 ausbildet, wobei der Ringraum 54 durch den Kopf der Schraube 10 endseitig verschlossen ist.

[0019] Der Verriegelungsbolzen 42 weist eine Innenbohrung 56 auf, in der eine Spiralfeder 58 Aufnahme findet. Die Spiralfeder 58 stützt sich an ihrem einen Ende in der als Sacklochbohrung ausgeführten Innenbohrung 56 und an ihrem anderen Ende an einer Kunststoffscheibe 60 ab, die an der zweiten Dichtscheibe 24 anliegt. Durch die Spiralfeder 58 wird der Verriegelungsbolzen 42 in die in der ersten Dichtscheibe 20 vorgesehene Öffnung 46 gedrückt, so dass die Verstelleinheit 4 verriegelt ist. Am Außenumfang des Verriegelungsbolzens 42 ist weiterhin eine Ringnut 62 vorgesehen, deren Funktion später noch näher erläutert ist. Der Stufenbolzen 52 ist von seinem Aufbau ähnlich wie der Verriegelungsbolzen 42 ausgebildet; er weist ebenfalls eine Innenbohrung 64 auf, in der eine Spiralfeder 66 zwischen dem Ende der Innenbohrung 64 und einer Kunststoffscheibe 68 Aufnahme findet. Der Stufenbolzen 52 weist ebenfalls eine an seinem Außenumfang eingebrachte Ringnut 70 auf. Wie beispielsweise in Fig. 1d und Fig. 1f dargestellt, ist rechts neben dem Verriegelungsbolzen 42 im Flügel 12a des Rotors 2 ein weiterer Ventilbolzen 72 vorgesehen, der in einer Bohrung 74 Aufnahme findet. Für eine übersichtlichere zeichnerische Darstellung wurde der Ventilbolzen 72 in den Fig. 1b bis 6b zur Rotorachse gespiegelt dargestellt; die eigentliche Lage des Ventilbolzens 72 ist in den Fig. 1d bis 1f wiedergegeben. Der Ventilbolzen 72 weist an seinem Außenumfang zwei Ringnute 76 und 78 auf, deren Funktionsweise ebenfalls später noch näher erläutert ist. Vom Ringraum 54 führt eine radial im Steg 12a verlaufende Leitung L3 zur Bohrung 74.

[0020] Weiterhin sind zwei Leitungen L4 und L5 zwischen dem Druckraum 28a und der den Verriegelungsbolzen 42 aufnehmenden Bohrung 44 vorgesehen. Diese Verbindung (Leitung L4,5) wird dabei durch die Stellung des Verriegelungsbolzens 42 überwacht. Eine zweite, vom Ringraum 54 radial weglaufende Leitung L6 führt ebenfalls zur Bohrung 74, wobei der Durchgang ebenfalls durch den verschiebbaren Ventilbolzen 72 überwacht ist. Eine weitere im Flügel 12a vorgesehene Leitung L7 führt von der Bohrung 74 zu einer in der Nabe 14 angeordneten Ringnut 80, an der ebenfalls die zur Bohrung 44 des Verriegelungsbolzens 42 führende Leitung L1 angeschlossen ist. Aus der beide Bohrungen 44 und 74 begrenzenden Wandung 81 sind darüber hinaus zwei sichelförmige Ausnehmungen 82 und 84 herausgebildet, die, wie z. B. in Fig. 1b dargestellt, einen gemeinsamen Überschneidungsbereich 86 bilden, wobei beide Ausnehmungen 82 und 84 jeweils durch den Verriegelungsbolzen 42 und den Ventilbolzen 72 überwacht sind. Von der Bohrung 74 führt weiterhin eine Leitung L8 zum Druckraum 28a.

[0021] Die den Stufenbolzen 52 aufnehmende Bohrung 50 steht über zwei Leitungen L9 und L10 mit dem Druckraum 30a in Verbindung. Im Steg 12a ist ein weiterer Ventilbolzen 88 vorgesehen, der in einer Bohrung 90 verschiebbar aufgenommen ist. Der Ventilbolzen 90 weist zwei am Außenumfang verlaufende Ringnuten 92 und 94 auf. Die Bohrung 90 steht mit einer radial im Steg 12a verlaufenden Leitung L11 mit dem Ringraum 54 in Verbindung. In dem zwischen den beiden Bohrungen 50 und 90 ausgebildeten Wandungssteg 96 sind wiederum zwei von den Bohrungen 50 bzw. 90 ausgehende sichelförmige Ausnehmungen 98 und 100 eingebracht, die sich in einem gemeinsamen Bereich 101 überschneiden; damit stehen beide Bohrungen 50 und 90 miteinander in Verbindung, wobei der Bereich 101 durch den Stufenbolzen 52 und den Ventilbolzen 88 überwacht ist. Von der Bohrung 90 wegführende Leitungen L12 und L13 münden in eine axial in der Nabe 14 verlaufende Leitung L14 ein, die wiederum mit der Ringnut 80 verbunden ist. Eine Leitung L15 verbindet die Bohrung 90 mit dem Druckraum 30a.

[0022] Die Ringnut 54 ist über eine nicht näher dargestellte Leitung mit einem ausgangsseitigen Anschluss A eines magnetgesteuerten 4/2 - Wegeventils 102 verbunden. Die Ringnut 80 ist über eine nicht weiter dargestellte Leitung mit einem zweiten ausgangsseitigen Anschluss B des Magnetventils 102 verbunden. Eingangsseitig weist das Magnetventil 102 einen Druckanschluss P auf, der über ein Rückschlagventil 104 und eine Ölpumpe 106 zu einem Öltank T führt. Der Öltank T ist beispielsweise die Ölwanne einer Brennkraftmaschine, in der ein entsprechender Ölsumpf ausgebildet ist. Der zweite eingangsseitige Anschluss des Magnetventils 102 führt ebenfalls zum Öltank T.

[0023] Der Vorgang zur Änderung der Ventilsteuerzeiten einer Brennkraftmaschine mit Hilfe der Verstelleinheit 4 wird nun im nachfolgenden anhand der einzelnen Figuren näher erläutert.

Fig. 1

Das Magnetventil 102 ist unbestromt, so dass das von der Ölpumpe 106 geförderte Öl über den Ausgang A, die Ringnut 54, die Leitung L2 zum Stufen-

bolzen 52 gelangt. Durch den am Stufenbolzen 52 anliegenden Öldruck wird der Stufenbolzen 52 nach links verschoben und die zum Druckraum 28a führende Leitung L9 ist freigegeben. Vom Druckraum 28a wird das Öl über den Ringkanal 32 auf die anderen beiden Druckräume 28b und 28c verteilt. Da Leitung L15 über Leitung L9 ebenfalls vom Öl beaufschlagt ist, wird der Ventilbolzen 88 ebenfalls von rechts nach links bewegt (siehe Fig. 1f). Der Verriegelungsbolzen 42 befindet sich in seiner rechten Endlageposition und ist damit in der Bohrung 46 eingerastet.

Fig. 2

Das Magnetventil 102 wird nunmehr bestromt und damit der Verstellvorgang in Richtung des in Fig. 2a dargestellten Pfeiles eingeleitet. Über den Ausgang B des Magnetventils 102 fließt der Ölstrom über die Ringnut 80, die Leitung L1 zum Verriegelungsbolzen 42 und hebt diesen gegen die Federkraft an bzw. wird von rechts nach links bewegt. Über die Leitung L4 wird nunmehr die Kammer 30a mit Öldruck versorgt. Über die Ringnut 36 wird das Öl auch auf die beiden anderen Druckräume 30b und 30c verteilt. Der Ventilbolzen 72 wird über den in der Leitung L8 anliegenden Druck von links nach rechts bewegt; der Ventilbolzen 88 wird ebenfalls über die Leitung L13 mit Öldruck beaufschlagt, so dass auch dieser von links nach rechts bewegt wird. Da der Stufenbolzen 52 in dieser Schaltstellung des Magnetventils 102 nicht mehr vom Öldruck beaufschlagt ist, wird er durch die Feder 66 von rechts nach links verschoben. Das in den Druckräumen 28a bis 28c befindliche Öl wird aufgrund der Verstellbewegung des Rotors 2 über die Leitung L9, den Stufenbolzen 52, den Ventilbolzen 88, den Überschneidungsbereich 101 der beiden Ausnehmungen 98 und 100, den Ventilbolzen 88 und die Leitung L11 in den Öltank T zurückgeführt.

Fig. 3

Der Betriebszustand ist der gleiche wie in Fig. 2 dargestellt, d. h. die Druckräume 30a bis 30c werden mit Drucköl beaufschlagt. Im Unterschied zu dem in Fig. 2 beschriebenen Zustand wirken beim Schließen der Ein- oder Auslaßventile Ventilfederkräfte auf den ablaufenden Nocken, so daß ein in die Verstellrichtung wirkendes Moment, im folgenden als mitdrehendes Moment bezeichnet, auf den an der Nokkenwelle 6 befestigten Rotor 2 der Verstelleinheit 4 übertragen wird. Dadurch wird der Öldruck in den Druckräumen 28a bis 28c grösser als in den Druckräumen 30a bis 30c bzw. der Druck in der Pumpenleitung ist in diesem Moment kleiner als in den Druckräumen 28a bis 28c. Der Ventilbolzen 88 wird über die Leitung L15 mit den in den Druckräumen 28a bis 28c anliegenden Öldruck beaufschlagt; damit von rechts nach links bewegt, so dass der aus den Druckräumen 28a bis 28c verdrängte Ölstrom über die Leitungen L12, L1 und L4 direkt wieder den Druckräumen 30a bis 30c unter Umgehung des Öltanks T zugeführt wird. Um ein Abfließen dieses Ölstroms in Richtung Ölpumpe 106 zu verhindern, ist das dem Magnetventil 102 vorgeschaltete Rückschlagventil 104 geschlossen. Durch die direkte Rückführung des Ölteilstroms in die Druckräume 30a bis 30c kann die Verstellgeschwindigkeit der Nockenwellen - Verstelleinheit 4 erhöht werden.

Fig. 4

Es wird angenommen, dass die Verstelleinheit 4 seine maximale Verstellposition erreicht hat und nunmehr in die ursprüngliche Startposition zurückgeführt werden soll. Dazu wird das Magnetventils 102 nicht mehr bestromt, so dass der Druckeingang P des Magnetventils 102 wieder auf den druckseitigen Ausgang A umschaltet. Der Stufenbolzen 52 wird über den in der Leitung L2 anliegenden Druck entgegen der Feder 66 in seine obere Endlage, d. h. von links nach rechts gedrückt und gibt damit den Durchgang zu den Druckräumen 28a bis 28c frei. Der Verriegelungsbolzen 42 bewegt sich durch die Federkraft der Feder 58 in eine Zwischenposition, die durch sein Aufliegen auf der ettenradseitigen Dichtscheibe 20 bestimmt ist. Der Ventilbolzen 72 wird ebenfalls von rechts nach links bewegt, so dass das aus den Druckräumen 30a bis 30c verdrängte Öl über die Leitung L4, den Verriegelungsbolzen 42, den Überschneidungsbereich 86 der beiden Bohrungen 44 und 74, den Ventilbolzen 72 und die Leitung L12 in den Öltank T zurückfließt.

Fig. 5

Analog zu dem in Fig. 3 beschriebenen Betriebszustand steigt durch das Aufaddieren des Momentes in Bewegungsrichtung der Verstelleinheit 4 der Druck in den Druckräumen 30a bis 30c und übersteigt damit den in den Druckräumen 28a bis 28c anliegenden Öldruck. Der in den Druckräumen 30a bis 30c herrschende Öldruck wird über die Leitung L8 auf den Ventilbolzen 72 übertragen, der sich dadurch von links nach rechts bewegt und somit den Durchgang des aus den Druckräumen 30a bis 30c abfliessenden Ölstroms über die Leitung L4, den Verriegelungsbolzen 42, den Überschneidungsbereich 86 und die Leitung L6 zur Druckleitung freigibt, so dass dieser Ölstrom über die Leitung L2 und den Stufenbolzen 52 unter Umgehung des Öltanks T direkt wieder den druckbeaufschlagten Druckräumen 28a bis 28c zugeführt werden kann. Um ein Abfließen dieses Ölstroms in Richtung Ölpumpe 106 zu verhindern, schließt das Rückschlagventil 104. Durch die direkte Zuführung des aus den Druckräumen 30a bis 30c abfließenden Öls in die druckführenden Räume 28a bis 28c kann wiederum die Verstellgeschwindigkeit der Verstelleinheit 4 erhöht

werden.

Fig. 6
Die Verstelleinheit 4 hat nunmehr die ursprüngliche Startposition (siehe Fig. 1) wieder erreicht. Der Verriegelungsbolzen 42 wird von der Feder 58 in die Verriegelungsbohrung 46 gedrückt.

[0024] Anhand der Fig. 7 bis 12 wird nunmehr ein zweites Ausführungsbeispiel beschrieben, bei dem ebenfalls das Grundprinzip umgesetzt ist, dass zwischen den beiden in der Verstelleinheit des Nockenwellenverstellers angeordneten Druckräumen ein durch ein Ventilelement gesteuerter Bypass vorgesehen ist. Im zweiten Ausführungsbeispiel werden daher in der Zeichnung nur noch die für die Erklärung der Funktionsweise erforderlichen Merkmale der Verstelleinheit 4 des Nockenwellenverstellers dargestellt und beschrieben, wobei zum ersten Ausführungsbeispiel gleiche bzw. ähnliche Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen sind.

[0025] Die Nabe 14 des Rotors 2 der Verstelleinheit 4 weist wiederum radial verlaufende Flügel 12a bis 12d auf, die im Zusammenwirken mit den radialen Stegen 18a bis 18d des Zellenrades 16 sowie den nicht näher dargestellten axialen Begrenzungen (Dichtscheiben) der Verstelleinheit 4 zwei Druckräume 28a bis 28d bzw. 30a bis 30d zur Verstellung des Rotors 2 gegenüber dem Zellenrad 16 ausbilden. In der Nabe 14 des Rotors 2 ist wiederum eine zentrale Bohrung 8 vorgesehen, die über radial verlaufende Bohrungen 108a bis 108d mit den Druckräumen 30a bis 30d in Verbindung steht. Eine in der Nabe 14 vorgesehene Ringnut 110 steht über radiale Bohrungen 112a bis 112d mit den Druckräumen 28a bis 28d in Verbindung. Eine erste, nur schematisch dargestellte Steuerleitung LST1 ist auf der einen Seite mit der Ringnut 110 verbunden, während die andere Seite der Steuerleitung LST1 zu einem ausgangsseitigen Anschluss eines Magnetventils 114 führt. Eine zweite Steuerleitung LST2 ist mit der in der Nabe 14 vorgesehenen zentralen Bohrung 8 verbunden, während sie auf der anderen Seite zu einem zweiten ausgangsseitigen Anschluss des Magnetventils 114 führt.

[0026] Im folgenden wird der Aufbau des Magnetventils 114 näher erläutert. Eingangsseitig weist das Magnetventil 114 zwei zu einem nicht dargestellten Öltank führende Leitungen LT1 und LT2 sowie eine zu einer nicht dargestellten Ölpumpe führende Druckleitung LP auf. Im Gehäuse 115 des Magnetventils 114 findet ein zweiteiliger zylinderförmiger Einsatz 116a, 116b Aufnahme, in dem im Zusammenwirken mit im folgenden noch näher beschriebenen Ventilschiebern 118 und 120 verschiedene hydraulische Durchgänge ausgebildet sind. Im zylinderförmigen Einsatz 116 ist eine zentrale Bohrung vorgesehen, in der eine Ventilstange 122 Aufnahme findet. Die Ventilstange 122 ist verschiebbar im zylinderförmigen Einsatz 116 geführt, wobei ein links- und rechtsbündiger Anschlag 124 und 126 die axiale Verstellmöglichkeit der Ventilstange 122 begrenzt. Beide Ventilschieber 118, 120 sind auf der Ventilstange 122 gelagert und ebenfalls axial verschieblich auf dieser geführt. Beide Ventilschieber 118, 120 weisen jeweils eine Ringschulter 128 und 130 auf, die im Zusammenhang mit im Einsatzteil 116 vorgesehenen Wandungsabschnitten 132 und 134 die axiale Verschiebbarkeit der beiden Ventilschieber 118, 120 in jeweils eine Richtung begrenzen. Die Ringschultern 128 und 130 überwachen bzw. kontrollieren dabei Öffnungen 131, 133, die eine Verbindung zwischen der Druckleitung LP und den Steuerleitungen LST1 und LST2 herstellen. An der Ventilstange 122 ist ein weiterer Anschlag 136 für den Ventilschieber 118 vorgesehen, der ebenfalls wie die beiden Anschläge 124, 126 in Form eines in einer Ringnut 137 eingebrachten Sprengringes 138 ausgebildet ist. Zwischen dem Sprengring 138 und dem gehäuseseitigen Ende des zylinderförmigen Einsatzes 116 findet weiterhin koaxial zur Ventilstange 122 eine Spiralfeder 140 Aufnahme, die wie in Fig. 7b dargestellt, im unbestromten Zustand des Magnetventils 114 den Ventilschieber 118 in die dargestellte Position drückt; der Anschlag 124 begrenzt diese Stellposition. Zwischen den beiden Ringschultern 128, 130 der Ventilschieber 118, 120 stützt sich eine zweite Spiralfeder 142 ab, die den Ventilschieber 120 in die in Fig. 7b dargestellte Position verschiebt, der Wandungsabschnitt 134 des zylinderförmigen Einsatzes 116 dient dabei als Anschlag. Sowohl der Ventilschieber 118 als auch der Ventilschieber 120 weisen einen Drosselspalt 144 und 146 auf, der in Abhängigkeit von der Position der Ventilschieber 118, 120 die Steuerleitung LST1 bzw. LST2 mit der Tankleitung LT1 bzw. LT2 verbindet. Die Drosselspalte 144, 146 sind dabei in Form einer Axialnut 144a, 146a und einer mit der Axialnut 144a, 146a verbundene Ringnut 144b und 146b ausgebildet.

[0027] Das Ventilgehäuse 114 ist seitlich an einem elektrischen Gehäuseteil 148 angeflanscht, in dem auf bekannte Art und Weise ein axial verschiebbarer Stößel 150 Aufnahme findet, der von einem Magneten und einer Spule umgeben ist. Der Stößel 150 ist fluchtend zur Ventilstange 122 angeordnet und kann somit in Abhängigkeit von der Bestromung des Magnetventils die Ventilstange 122 axial verschieben.

[0028] In der Druckleitung LP ist weiterhin ein Rückschlagventil 152 angeordnet, das in den Fig. 13 und 14 vergrößert in einer geschlossenen und in einer geöffneten Stellung dargestellt ist. Der Ventilkörper des Rückschlagventils 152 ist als Federband 154 ausgebildet, das an einem Gehäusewandabschnitt 156 befestigt ist und an seinem freien Ende die Öffnung 158 der Druckleitung LP überwacht.

[0029] Die Funktionsweise des zweiten Ausführungsbeispieles wird nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert:

Fig. 7a, 7b
Das Magnetventil 114 ist unbestromt; über die Druckleitung LP, die von der Ringschulter 128 des Ventilschiebers 118 freigegebene Öffnung 131 und

die Steuerleitung LST1 werden die Druckräume 28a bis 28d mit Öl beaufschlagt. Der Rotor 2 der Verstelleinheit 4 wird in die in Fig. 7a dargestellte Pfeilrichtung bewegt. Das aus den Druckräumen 30a bis 30d verdrängte Öl wird über die Steuerleitung LST2 und den Drosselspalt 146 sowie über die Öltankleitung LT2 zum Öltank T zurückgeführt.

Fig. 8a, 8b

In Richtung der Verstellbewegung wird, wie bereits im ersten Ausführungsbeispiel ausführlich beschrieben, über die Nocken der Nockenwelle auf den Rotor 2 ein mitdrehendes Moment übertragen, aufgrund dessen der Öldruck in den Druckräumen 30a bis 30d den Öldruck in Druckräumen 28a bis 28d übersteigt. Der in den Druckräumen 30 herrschende Öldruck wird über die Steuerleitung LST2 auf den Ventilschieber 120 übertragen; über die Ringschulter 130 und entgegen der Kraft der Feder 142 wird der Ventilschieber 120 in die in Fig. 8b dargestellte Position verschoben. Damit sind beide von den Ringschultern 128, 130 überwachte Öffnungen 131 und 133 freigegeben, so dass das Öl über die Leitung LB direkt wieder der zu den Druckräumen 28 führenden Steuerleitung LST1 zugeführt werden kann. Die Drosselspalte 144 und 146 sind verschlossen, so dass kein Öl über die Öltankleitungen LT1 und LT2 abfließen kann. Das in der Druckleitung LP angeordnete Rückschlagventil 152 ist ebenfalls gesperrt.

Fig. 9a, 9b

Über die Steuerleitung LST1 werden weiterhin die Druckräume 28a bis 28d mit Öl beaufschlagt, jedoch bewirkt ein gegen die Verstellbewegung wirkendes Moment (gegendrehendes Moment), dass der Druck in den Druckräumen 28a bis 28d größer ist als der Druck in der Zufuhrleitung LP. In diesem Betriebszustand findet keine Verstellung statt und das Rückschlagventil 152 nimmt zur Abstützfunktion die geschlossene Stellung ein. Die Steuerleitung LST2 ist drucklos, da über den Drosselspalt 146 die Verbindung zur Tankleitung LT2 geöffnet ist.

Fig. 10a, 10b

Die Verstelleinheit 4 hat seine maximale Verstellposition erreicht und wird nunmehr in Richtung der ursprünglichen Startposition zurückverstellt. Dazu wird das Magnetventil 114 bestromt, so dass das Drucköl über die Druckleitung LP und die Steuerleitung LST2 in die Druckräume 30a bis 30d gelangt. Damit wird der Rotor 2 der Verstelleinheit 4 in die dargestellte Pfeilrichtung verstellt. Das aus den Druckräumen 28a bis 28d verdrängte Drucköl wird über die Steuerleitung LST1 und über den geöffneten Drosselspalt 144 in die Öltankleitung LT1 und damit zum Öltank T zurückgeführt.

Fig. 11a, 11b

Zur Verstellbewegung wird wiederum über ein mitdrehendes Moment aufaddiert, so dass der in den Druckräumen 28a bis 28d anliegende Druck den Druck in der Druckleitung LP übersteigt. Damit wird der Ventilschieber 118 entgegen der Kraft der Feder 142 über seine Ringschulter 128 in die in Fig. 11b dargestellte Position verschoben. Damit sind wieder beide durch die Ringschultern 128, 130 der Ventilschieber 118, 120 kontrollierte Öffnungen 131 und 133 freigegeben und die beiden Öltankleitungen LT1 und LT2 sind aufgrund der geschlossenen Drosselspalte 144, 146 von den Steuerleitungen LST1 und LST2 getrennt. Damit kann das aus den Druckräumen 28a bis 28d abströmende Öl über die Leitung LB direkt der Steuerleitung LST2 und damit unter Umgehung des Öltanks T den Druckräumen 30a bis 30d zugeführt werden. Das Rückschlagventil 152 ist in diesem Betriebszustand geschlossen.

Fig. 12a, 12b

Der Rotor 2 der Verstelleinheit 4 soll weiter in Richtung der ursprünglichen Startposition verstellt werden; jedoch kehren sich aufgrund eines gegendrehenden Momentes (verursacht durch das Öffnen der Ein- oder Auslassventile über den auflaufenden Nocken entgegen der Ventilfederkraft) die Druckverhältnisse dergestalt um, dass der Druck in den Druckräumen 30a bis 30d den Druck in der Druckleitung LP übersteigt. In diesem Fall findet keine Verstellbewegung statt; das Rückschlagventil 152 wird zur Abstützfunktion geschlossen, während die Steuerleitung LST1 drucklos ist, da der zur Tankleitung LT1 führende Drosselspalt 144 geöffnet ist. Am Ende des Verstellvorgangs hat die Verstelleinheit wieder die ursprüngliche Startposition erreicht.

[0030] Das in Fig. 15 dargestellte Magnetventil 114', das eine entsprechend Fig. 7b dargestellte Position einnimmt, unterscheidet sich gegenüber dem Magnetventil 114 lediglich dadurch, dass in der Druckleitung LP ein Rückschlagventil 152' in abgeänderter Form integriert ist. Das Rückschlagventil 152' weist als Ventilkörper ein Plattenelement 160 auf, das bei druckloser Leitung LP durch ein Federelement 162 gegen ein ersten Ventilsitz 164 gedrückt wird und damit die Leitung LP verschließt. Bei geöffnetem Rückschlagventil 152' wird das Plattenelement 160 gegen eine Anschlagfläche eines Einsatzes 166 gedrückt und die Öldruckleitung LP ist freigegeben.

[0031] Ein drittes und letztes Ausführungsbeispiels ist in den Fig. 16 und 17 dargestellt und nachfolgend näher erläutert. Der Einfachheit halber ist in den Fig. 16 und 17 nur noch eine Verstellrichtung dargestellt und erläutert, die sich dadurch unterscheiden, dass gemäß Fig. 17 durch das mitdrehende Moment eine zusätzliche Verstellkraft in Richtung der Verstellbewegung erzeugt wird. Zu den beiden wiederum nur schematisch dargestellten Druckräumen 28 und 30 führen wiederum zwei Steuerleitungen LST1 und LST2, die an zwei Ausgängen eines

Magnetventils 168 angeschlossen sind. Das Magnetventil 168 ist als 4/2 - Wegeventil ausgebildet und weist daher zwei Eingänge auf, an denen zwei zu einem Öltank T führende Leitungen, im folgenden als LT1 und LT2 bezeichnet, angeschlossen sind. In der Tankleitung LT1 ist wiederum ein Rückschlagventil 170 sowie eine Ölpumpe 172 angeordnet. In der Tankleitung LT2 ist ein druckgesteuertes 3/2 - Wegeventil, im folgenden als Weiche 174 bezeichnet, angeordnet. Ein Ausgang der Weiche 174 ist über eine Leitung LB, in dem ein weiteres Rückschlagventil 176 angeordnet ist, mit der Öltankleitung LT1 verbunden. Die Schaltstellung der Weiche 174 erfolgt in Abhängigkeit von den in den Öltankleitungen LT1 und LT2 anliegenden Drücken. Dazu zweigt von der Tankleitung LT1 eine Steuerleitung LST3 ab, die mit einem Eingang der Weiche 174 verbunden ist; eine Steuerleitung LST4 zweigt von der Tankleitung LT2 ab und ist mit einem weiteren Eingang der Weiche 174 verbunden.

[0032] Bevor die Funktionsweise dieses dritten Ausführungsbeispiels zur Nockenwellenverstellung näher beschrieben wird, ist im folgenden kurz der innere Aufbau der Weiche 174 beschrieben. Das Gehäuse 178 der Weiche 174 weist eine durchgehende Querbohrung 180 auf, zu der zwei Bohrungen 182 und 184 quer verlaufen. In der Bohrung 182 ist das Rückschlagventil 176 integriert, wobei die Bohrung 182 einen Teil der Bypassleitung LB darstellt, die mit der Tankleitung LT1 verbunden ist. Die Bohrung 184 stellt ein Teil der zum Öltank T führenden Tankleitung LT2 dar. In die Querbohrung 180 ist ein hülsenförmiger Einsatz 186 eingesetzt, in dessen Hohlraum 187 ein mit einer Innenbohrung 188 versehener hülsenförmiger Ventilschieber 189 Aufnahme findet. Der Einsatz 186 weist an seinen Wandungen 4 Bohrungen 190a bis d auf, die in Abhängigkeit von der Lage des Ventilschiebers 189 geöffnet bzw. geschlossen sind. Der Ventilschieber 189 weist darüber hinaus eine Querbohrung 191 sowie einen im Außendurchmesser verjüngten Abschnitt 192 auf, aufgrund dessen zwischen dem Einsatz 186 und dem Ventilschieber 189 in diesem Bereich ein Ringspalt 193 ausgebildet ist.

[0033] Das dritte Ausführungsbeispiel funktioniert wie folgt:

Fig. 16a, 16b

Ist das Magnetventil 168 unbestromt, so wird der von der Pumpe 172 geförderte Ölstrom über die Tankleitung LT1 und die Steuerleitung LST1 den Druckräumen 28 zugeführt. Das in den Druckräumen 30 befindliche Öl fließt über die Steuerleitung LST2 und die Weiche 174 in die Tankleitung LT2 und damit in den Öltank T ab. Wie in Fig. 16b erkennbar, nimmt aufgrund des an der Stirnseite 189a des Ventilschiebers 189 anliegenden Drucks der Ventilschieber 189 seine linke Anschlagposition ein, so dass das Öl über die Bohrungen 190a, 191 sowie 190d zum Öltank abströmen kann.

Fig. 17a, 17b

Wird nunmehr zusätzlich zur Verstellbewegung aufgrund eines mitdrehenden Momentes ein zusätzliches Verstellmoment auf den Rotor 2 der Verstelleinheit 4 aufgebracht, so übersteigt der in den Druckräumen 30 anliegende Druck den in den Druckräumen 28 und damit in der Tankleitung LT1 anliegenden Druck. Der Druck in den Druckräumen 30 wird über die Steuerleitung LST4 in die Bohrung 188 des Ventilschiebers 189 übertragen, so dass der Ventilschieber 189 von seiner linken Anschlagposition in die rechte Anschlagposition überführt wird. Damit ist über die Bohrungen 190a und 190c der Durchgang zur Bypassleitung LB freigegeben; das Rückschlagventil 176 öffnet und der aus den Druckräumen 30 abgeführte Ölstrom kann über die Bypassleitung LB unter Umgehung des Öltanks T direkt der Tankleitung LT1 und damit den Druckräumen 28 wieder zugeführt werden.

[0034] Die soeben beschriebene Funktionsweise der Weiche 174 findet auch bei bestromten Magnetventil 168 bei gleichzeitiger Verstellrichtungsumkehr der Verstelleinheit 4 Anwendung.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur relativen Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle zur Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, mit einem hydraulisch beaufschlagbaren Stellelement (2), durch dessen Stellbewegung direkt oder indirekt die Phasenlage der Nockenwelle veränderbar ist, wobei das Stellelement (2) von zwei Druckräumen (28a bis 28d bzw. 30a bis 30d) begrenzt ist, die durch Steuerleitungen (L4, L9, LST1, LST2) hydraulisch beaufschlagbar bzw. entlastbar sind, sowie mit einem Steuerventil (102, 114, 168), das in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine den durch eine Ölpumpe (106, 172) aus einem Ölvorratsbehälter (T) geförderten Ölstrom über eine erste Steuerleitung zu einem ersten Druckraum (28a bis 28d bzw. 30a bis 30d) fördert, während das Öl aus einem zweiten Druckraum (30a bis 30d bzw. 28a bis 28d) über eine zweite Steuerleitung zum Ölvorratsbehälter (T) zurückgeführt wird, und umgekehrt, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den beiden Druckräumen (28a bis 28d bzw. 30a bis 30d) mindestens ein gesteuerter Bypass (L6, L12, LB) vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der durch mindestens ein Ventilelement kontrollierbare Bypass (L6, L12) im Stellelement (2) integriert ist, wobei das Stellelement als ein drehfest mit der Nockenwelle (6) verbundenes Innenteil (4) ausgebildet ist, das zumindest annähernd radial verlaufende Stege oder Flügel (12a bis 12d) aufweist, und das von einem angetriebenen Zellen-

rad (16) umgeben ist, das mehrere über den Umfang verteilte, durch Stege (18a bis 18d) begrenzte Zellen aufweist, die von den darin winkelbeweglich geführten Stegen oder Flügeln (12a bis 12d) des Innenteils (2) in jeweils zwei Druckräume (28a bis 28d bzw. 30a bis 30d) unterteilt sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Innenteil (2) vier Bohrungen (44, 50, 74, 90) vorgesehen sind, in denen die Ölzufuhr zu den beiden Druckräumen (28a bis 28d bzw. 30a bis 30d) sowie den Bypass (L6, L12) zwischen beiden Druckräumen (28a bis 28d bzw. 30a bis 30d) überwachende Ventilbolzen (42, 52, 72, 88) verschiebbar angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein die Ölzufuhr zum Druckraum (28a bis 28d) kontrollierender Ventilbolzen (42) gleichzeitig als ein zwischen Innenteil (2) und Zellenrad (16) wirksames Verriegelungselement ausgebildet ist, das mit mindestens einem Gegenelement (20) im jeweils anderen der beiden Bauteile Zellenrad (16) oder Innenteil (2) zusammenwirkt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle vier Bohrungen (44, 50, 74, 90) in einem Flügel (12a) des Innenteils (2) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypass (LB) in dem die Druckölzufuhr zu den Druckräumen steuernden Ventil (114) integriert ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Magnetventil (114) zwei mit jeweils einer Ringschulter (128, 130) versehene Ventilschieber (118, 120) angeordnet sind, wobei die Ringschultern (128, 130) zu den Steuerleitungen (LST1, LST2) führende Öffnungen (131, 133) kontrollieren.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Magnetventil (114) ein Rückschlagventil (152) integriert ist, das mit einer zur Ölpumpe ( ) führenden Druckleitung (LP) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper des Rückschlagventils (152) als Federband (154) ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer zum Steuerventil (168) führenden Öltankleitung (LT2) ein Umsteuerventil (174) vorgesehen ist, das über eine Leitung (LB) mit einer zweiten Öltankleitung (LT1) verbunden ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Umsteuerventil (174) als druckgesteuertes 3/2 - Wegeventil ausgebildet ist.

Claims

1. Apparatus for the relative rotary angle adjustment of a camshaft with respect to the crankshaft of an internal combustion engine, having an actuating element (2) which can be loaded hydraulically and by the actuating movement of which the phase position of the camshaft can be changed directly or indirectly, the actuating element (2) being delimited by two pressure spaces (28a to 28d and 30a to 30d) which can be loaded and relieved hydraulically through control lines (L4, L9, LST1, LST2), and having a control valve (102, 114, 168) which, as a function of the operating state of the internal combustion engine, conveys the oil flow which is conveyed from an oil reservoir (T) by an oil pump (106, 172) via a first control line to a first pressure space (28a to 28d or 30a to 30d), whereas the oil is guided back from a second pressure space (30a to 30d or 28a to 28d) to the oil reservoir (T) via a second control line, and vice versa, **characterized in that** at least one controlled bypass (L6, L12, LB) is provided between the two pressure spaces (28a to 28d and 30a to 30d).

2. Apparatus according to Claim 1, **characterized in that** the bypass (L6, L12) which can be controlled by at least one valve element is integrated into the actuating element (2), the actuating element being configured as an inner part (4) which is connected fixedly in terms of rotation to the camshaft (6), has at least approximately radially extending webs or vanes (12a to 12d) and is surrounded by a driven star feeder (16) which has a plurality of cells which are distributed over the circumference, are delimited by webs (18a to 18d) and are divided into in each case two pressure spaces (28a to 28d and 30a to 30d) by the webs or vanes (12a to 12d) of the inner part (2) which are guided in the said cells in a manner which allows angular motion.

3. Apparatus according to Claim 2, **characterized in that** four holes (44, 50, 74, 90) are provided in the inner part (2), in which four holes (44, 50, 74, 90) the oil supply to the two pressure spaces (28a to 28d and 30a to 30d) and valve bolts (42, 52, 72, 88) which monitor the bypass (L6, L12) between the two pressure spaces (28a to 28d and 30a to 30d) are arranged displaceably.

4. Apparatus according to Claim 3, **characterized in that** a valve bolt (42) which controls the oil supply to the pressure space (28a to 28d) is configured at the same time as a locking element which acts between

the inner part (2) and the star feeder (16) and interacts with at least one corresponding element (20) in the respective other of the two components star feeder (16) or inner part (2).

5. Apparatus according to Claim 3 or 4, **characterized in that** all four holes (44, 50, 74, 90) are arranged in one vane (12a) of the inner part (2).

6. Apparatus according to Claim 1, **characterized in that** the bypass (LB) is integrated into the valve (114) which controls the compressed-oil supply to the pressure spaces.

7. Apparatus according to Claim 6, **characterized in that** two valve slides (118, 120) which are provided with in each case one annular shoulder (128, 130) are arranged in the solenoid valve (114), the annular shoulders (128, 130) controlling openings (131, 133) which lead to the control lines (LST1, LST2).

8. Apparatus according to Claim 7, **characterized in that** a non-return valve (152) which is connected to a pressure line (LP) which leads to the oil pump is integrated into the solenoid valve (114).

9. Apparatus according to Claim 8, **characterized in that** the valve body of the non-return valve (152) is configured as a spring band (154).

10. Apparatus according to Claim 1, **characterized in that** a reversing valve (174) which is connected to a second oil-tank line (LT1) via a line (LB) is provided in an oil-tank line (LT2) which leads to the control valve (168).

11. Apparatus according to Claim 10, **characterized in that** the reversing valve (174) is configured as a pressure-controlled 3/2-way valve.

Revendications

1. Dispositif pour régler l'angle de rotation d'un arbre à cames par rapport au vilebrequin d'un moteur à combustion interne, avec un élément de réglage (2) pouvant être sollicité hydrauliquement, par le mouvement d'actionnement duquel la position de phase de l'arbre à cames peut être directement ou indirectement modifiée, sachant que l'élément de réglage (2) est délimité par deux chambres de pression (28a à 28d et 30a à 30d) qui peuvent être hydrauliquement chargées ou déchargées par des conduites de commande (L4, L9, LST1, LST2), et avec un distributeur de commande (102, 114, 168) qui, en fonction de l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne, véhicule le flux d'huile, pompé par une pompe à huile (106, 172) à partir d'un réservoir d'huile (T), vers une première chambre de pression (28a à 28d ou 30a à 30d) via une première conduite de commande, tandis que l'huile est renvoyée d'une deuxième chambre de pression (30a à 30d ou 28a à 28d) au réservoir d'huile (T) via une deuxième conduite de commande, et inversement, **caractérisé en ce qu'**au moins une dérivation asservie (L6, L12, LB) est prévue entre les deux chambres de pression (28a à 28d et 30a à 30d).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la dérivation (L6, L12), qui peut être contrôlée par au moins un obturateur, est intégrée dans l'élément de réglage (2), sachant que l'élément de réglage est réalisé sous la forme d'un élément intérieur (4) qui est lié en rotation à l'arbre à cames (6), qui présente des nervures ou ailettes (12a à 12d) s'étendant au moins approximativement radialement et qui est entouré par une roue cellulaire entraînée (16), laquelle présente plusieurs cellules réparties sur le pourtour et délimitées par des nervures (18a à 18d), cellules qui sont respectivement divisées, par les nervures ou ailettes (12a à 12d) de l'élément intérieur (2) qui y sont guidées à déplacement angulaire, en deux chambres de pression (28a à 28d et 30a à 30d).

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** quatre perçages (44, 50, 74, 90) sont prévus dans l'élément intérieur (2), dans lesquels sont disposées à coulissement des broches de soupape (42, 52, 72, 88) surveillant l'apport d'huile aux deux chambres de pression (28a à 28d et 30a à 30d) et la dérivation (L6, L12) entre les deux chambres de pression (28a à 28d et 30a à 30d).

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**une broche de soupape (42) contrôlant l'apport d'huile à la chambre de pression (28a à 28d) est simultanément conçue comme élément de verrouillage actif entre l'élément intérieur (2) et la roue cellulaire (16), qui coopère avec au moins un élément complémentaire (20) dans l'autre pièce respective - roue cellulaire (16) ou élément intérieur (2).

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** les quatre perçages (44, 50, 74, 90) sont disposés dans une ailette (12a) de l'élément intérieur (2).

6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la dérivation (LB) est intégrée dans le distributeur (114) commandant l'apport d'huile sous pression aux chambres de pression.

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** deux tiroirs de distribution (118, 120) pourvus chacun d'un épaulement annulaire (128, 130) sont

disposés dans le distributeur électromagnétique (114), les épaulements annulaires (128, 130) contrôlant des ouvertures (131, 133) menant aux conduites de commande (LST1, LST2).

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**un clapet anti-retour (152), qui est relié à une conduite de pression (LP) menant à la pompe à huile, est intégré dans le distributeur électromagnétique (114).

9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le corps du clapet anti-retour (152) est réalisé sous forme de lame de ressort (154).

10. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un distributeur d'inversion (174) est prévu dans une conduite de réservoir d'huile (LT2) menant au distributeur de commande (168) et est relié via une conduite (LB) à une deuxième conduite (LT1) de réservoir d'huile.

11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le distributeur d'inversion (174) est réalisé sous forme de distributeur 3/2 voies commandé en pression.

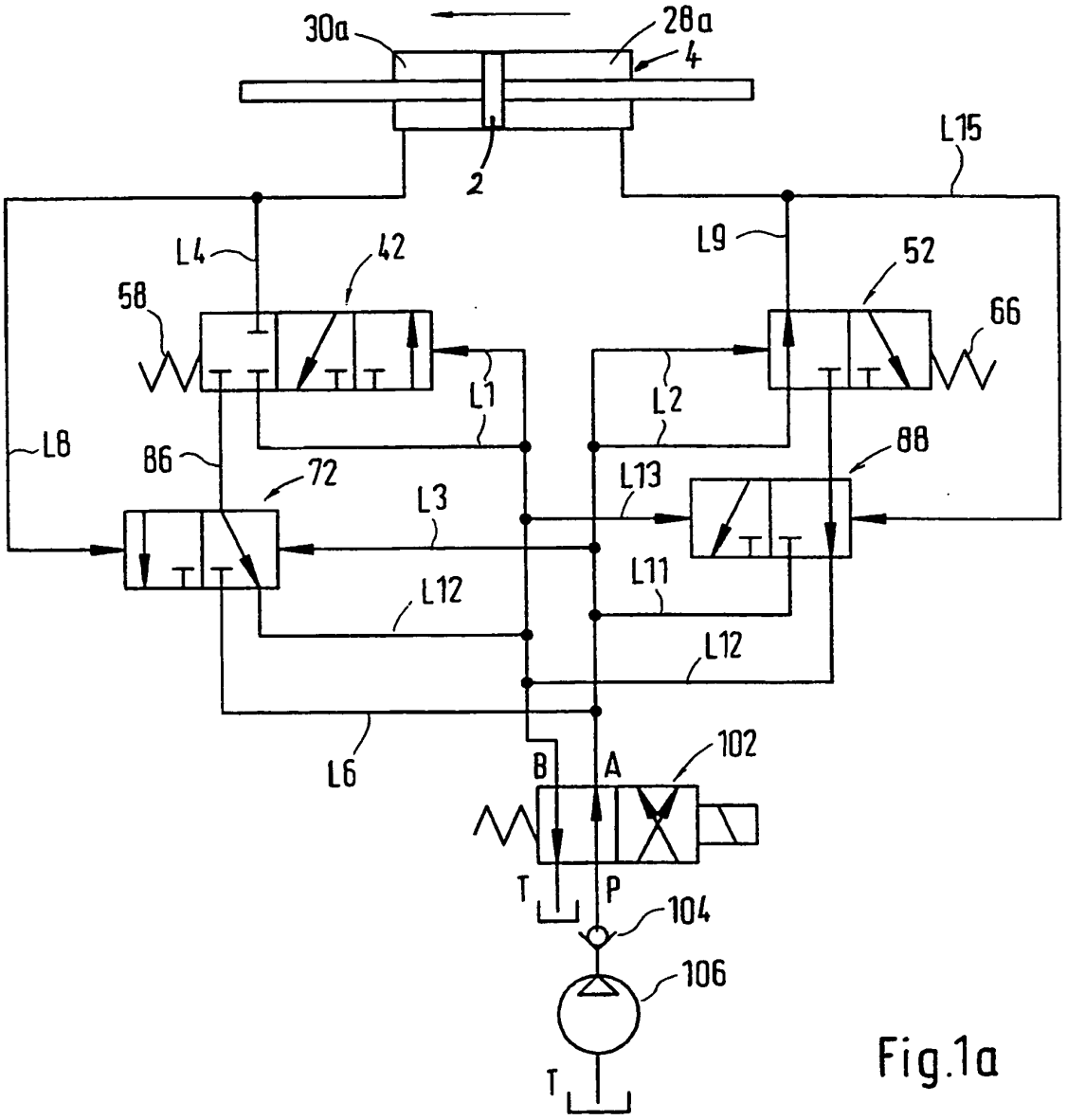

30a
28a
4
2
L15
L4
42
L9
52
58
66
L1
L2
L8
86
72
88
L13
L3
L11
L12
L12
L6
B
A
102
T
P
104
106
T

Fig.1a

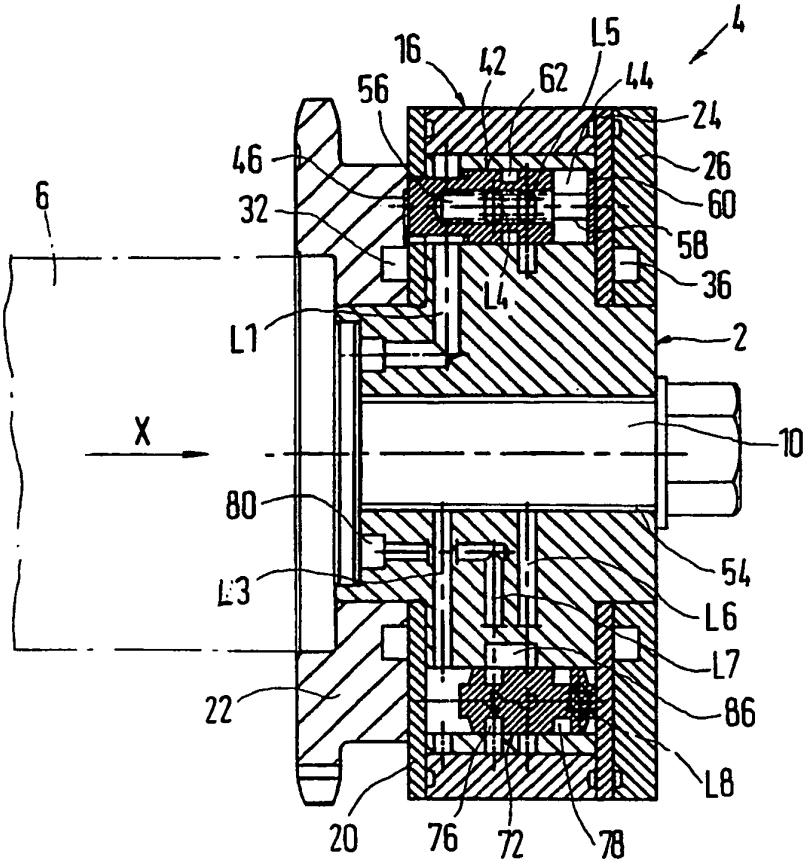

4
16
42
62
L5
44
56
24
46
26
6
32
60
58
36
L4
L1
2
X
10
80
54
L3
L6
L7
22
86
L8
20
76
72
78

Fig.1b

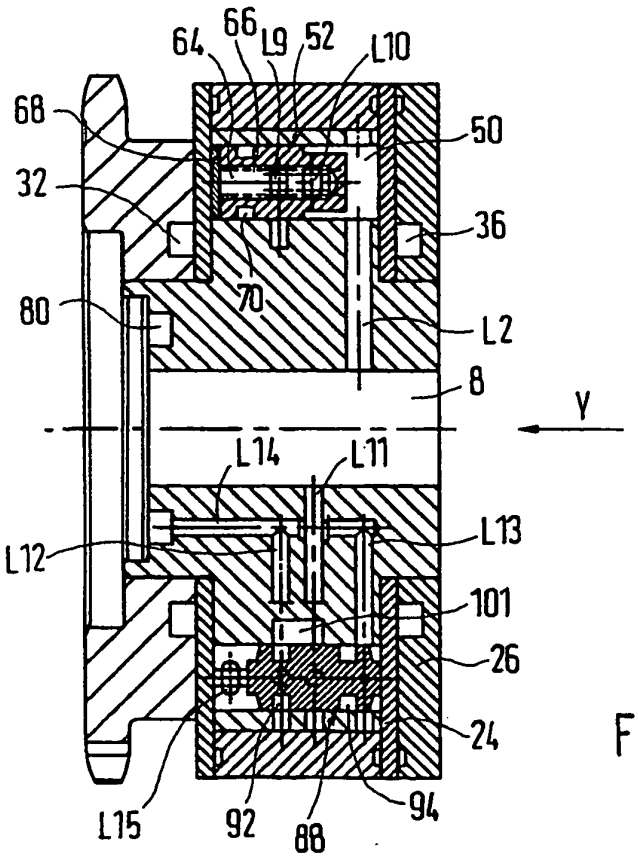

64
66
L9
52
L10
68
50
32
36
70
80
L2
8
Y
L14
L11
L13
L12
101
26
24
L15
92
88
94

Fig.1c

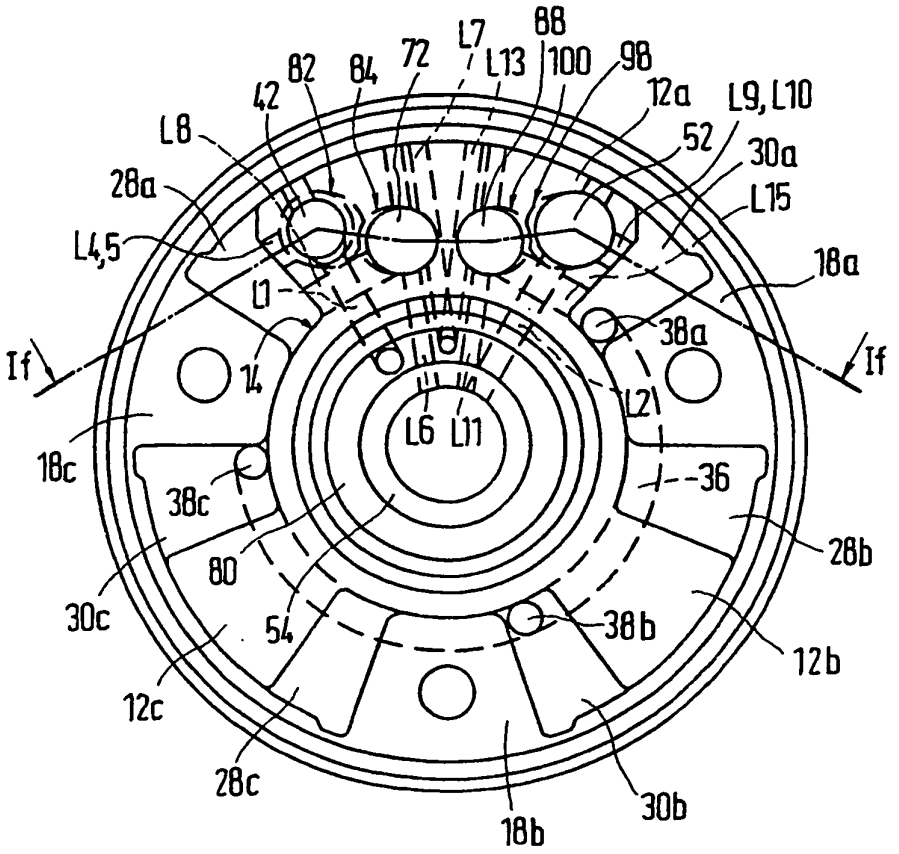

L7
88
72
82
84
L13
100
98
42
12a
L9, L10
L8
52
30a
28a
L15
L4,5
18a
L1
38a
If
If
14
L21
L6
L11
18c
36
38c
28b
80
30c
54
38b
12b
12c
28c
30b
18b

Fig.1d

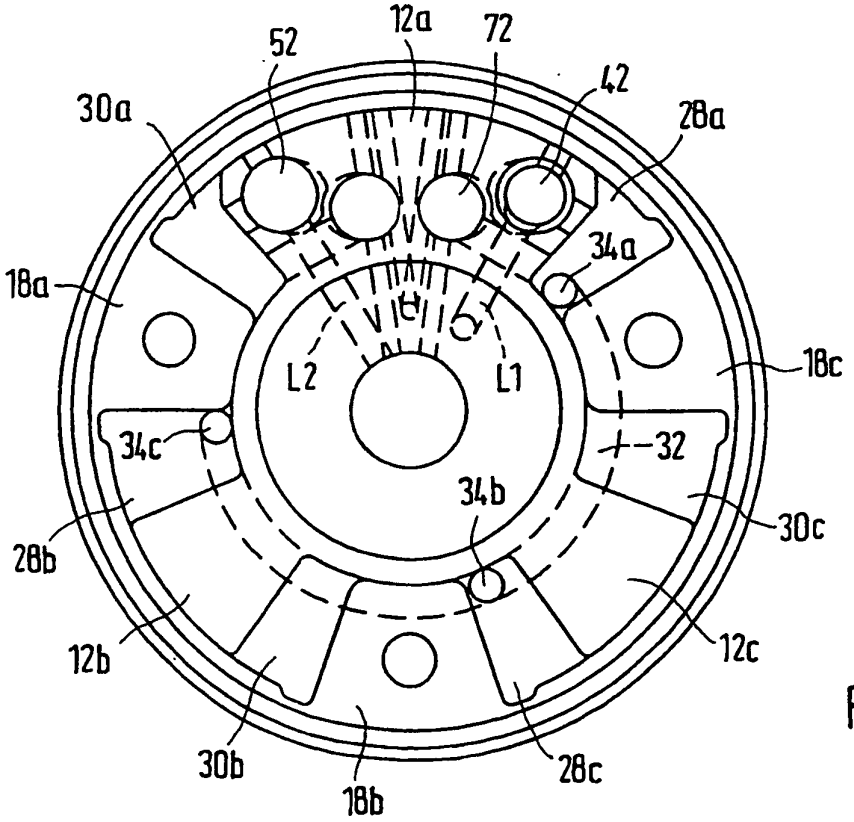

12a
52
72
42
30a
28a
34a
18a
L2
L1
18c
34c
32
34b
30c
28b
12b
12c
30b
28c
18b

Fig.1e

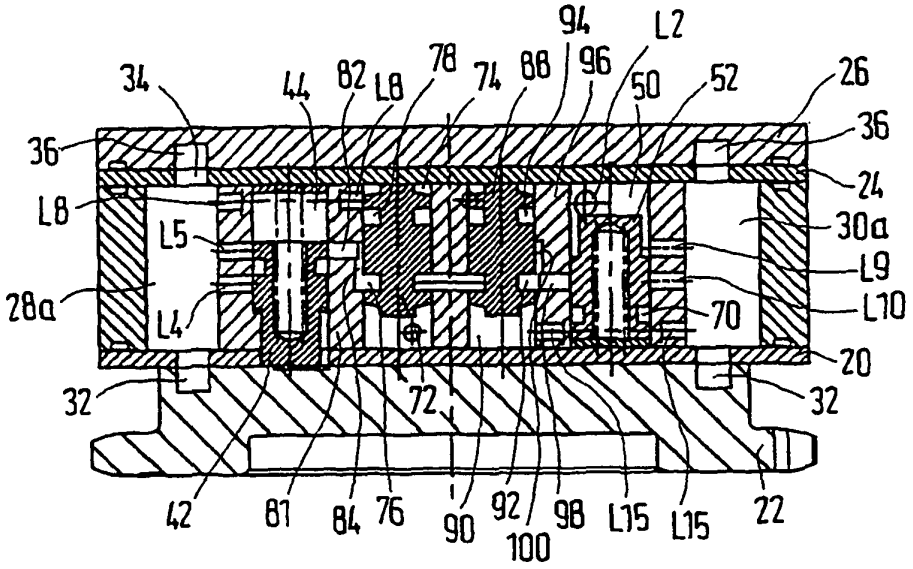

94
L2
34
44
82
L8
78
74
88
96
50
52
26
36
36
24
L8
L5
30a
L9
28a
L4
L10
70
20
32
72
32
42
81
84
76
90
92
98
L15
L15
22
100

Fig.1f

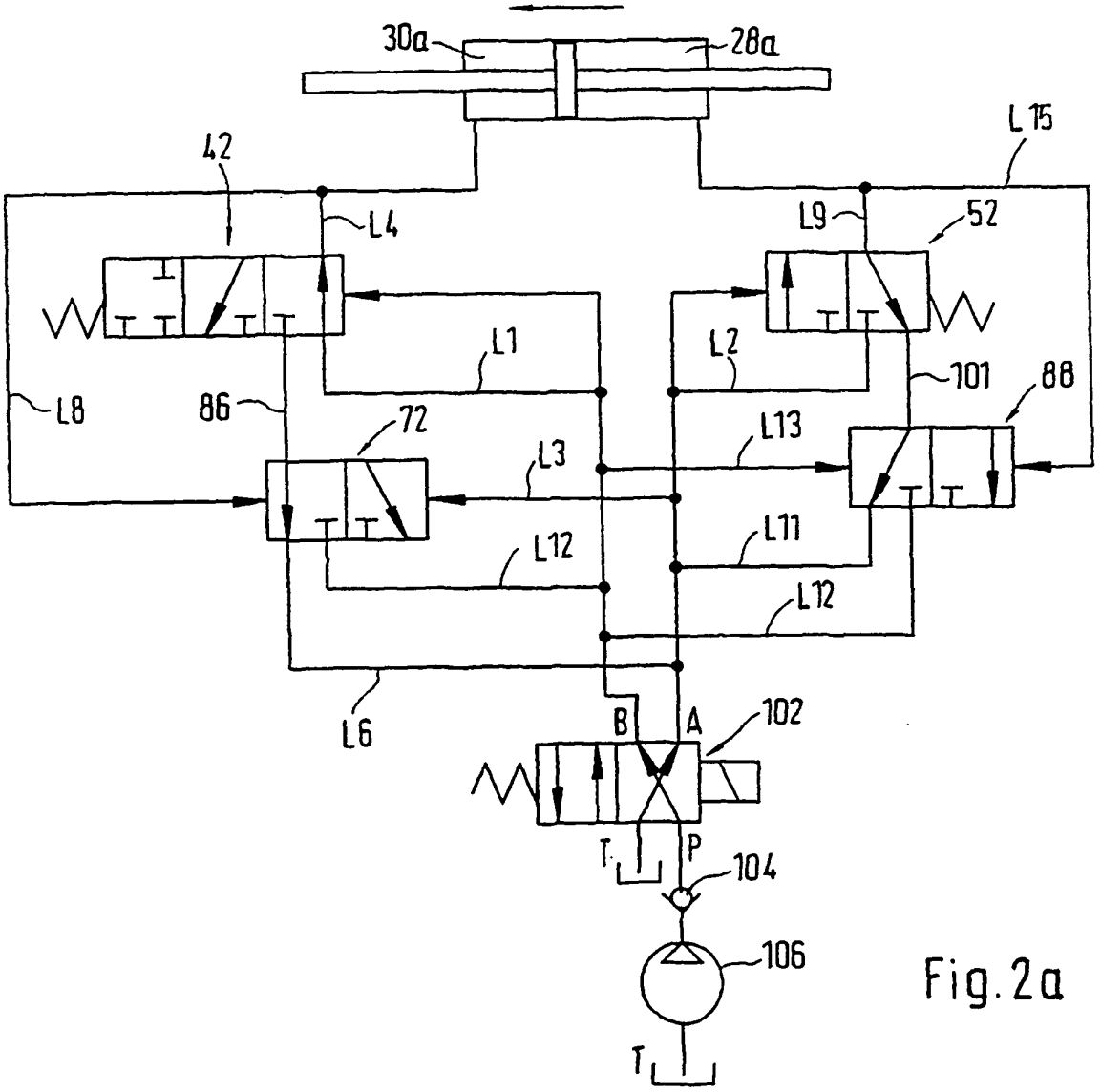

30a
28a
L15
42
L4
L9
52
L1
L2
101
88
L8
86
72
L13
L3
L11
L12
L12
L6
B
A
102
T
P
104
106
T

Fig.2a

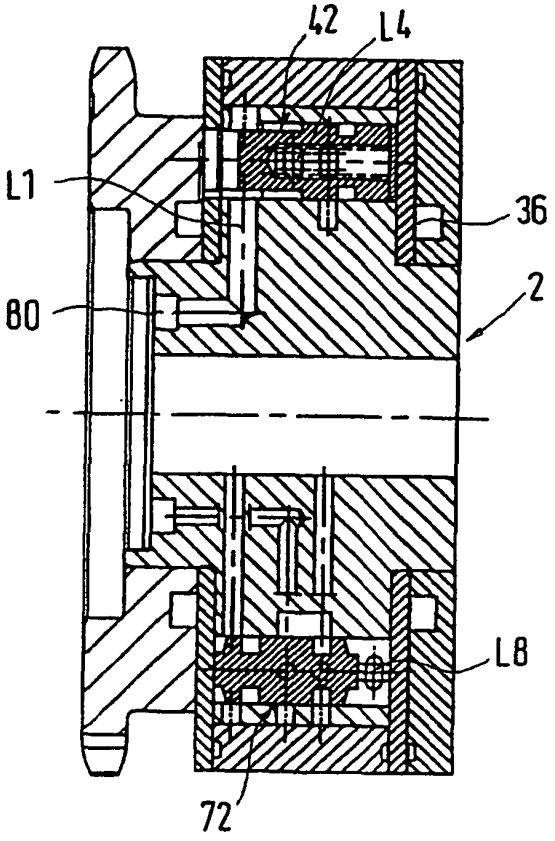


Fig.2b

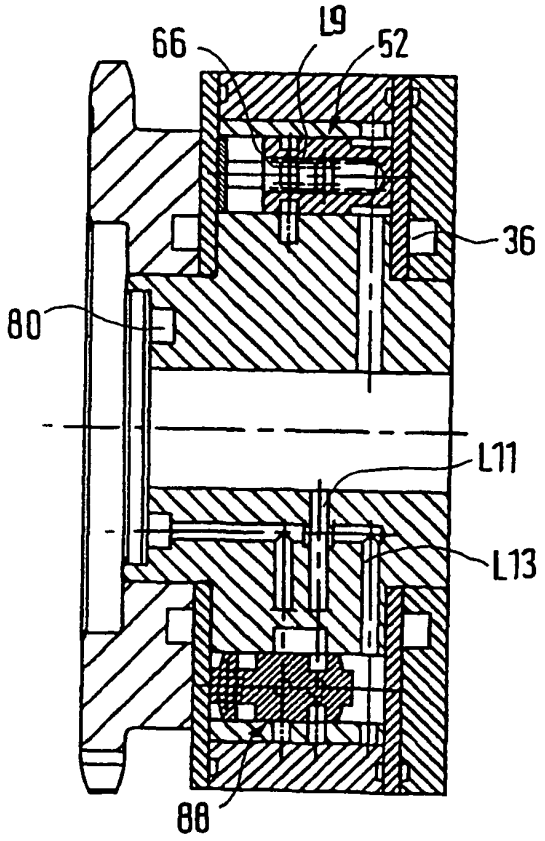


Fig.2c

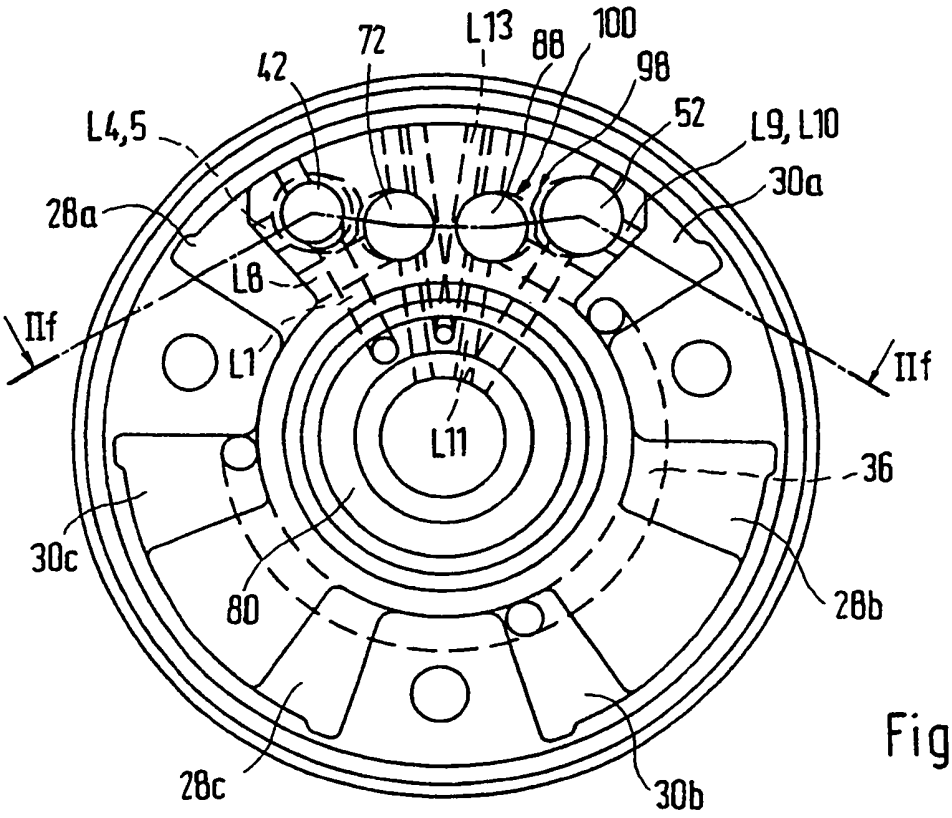

42
72
L13
88
100
98
52
L9, L10
30a
L4,5
28a
L8
IIf
L1
L11
36
30c
80
28b
28c
30b

Fig.2d

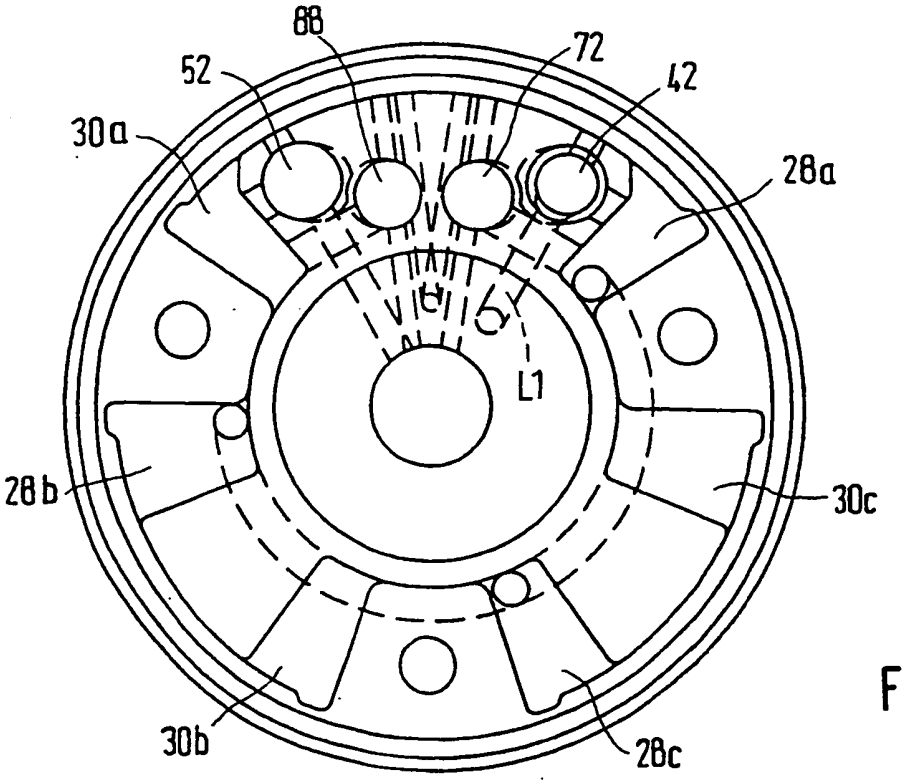

88
72
52
42
30a
28a
L1
28b
30c
30b
28c

Fig.2e

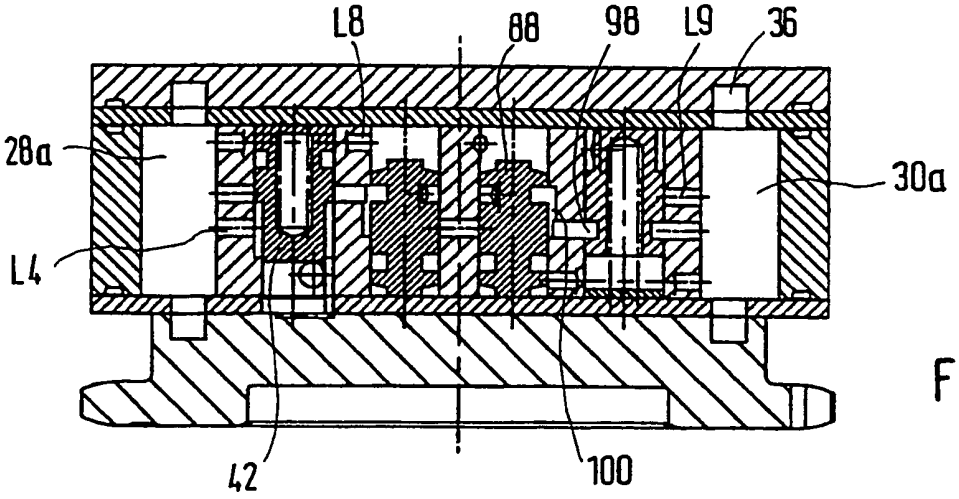

L8
88
98
L9
36
28a
30a
L4
42
100

Fig.2f

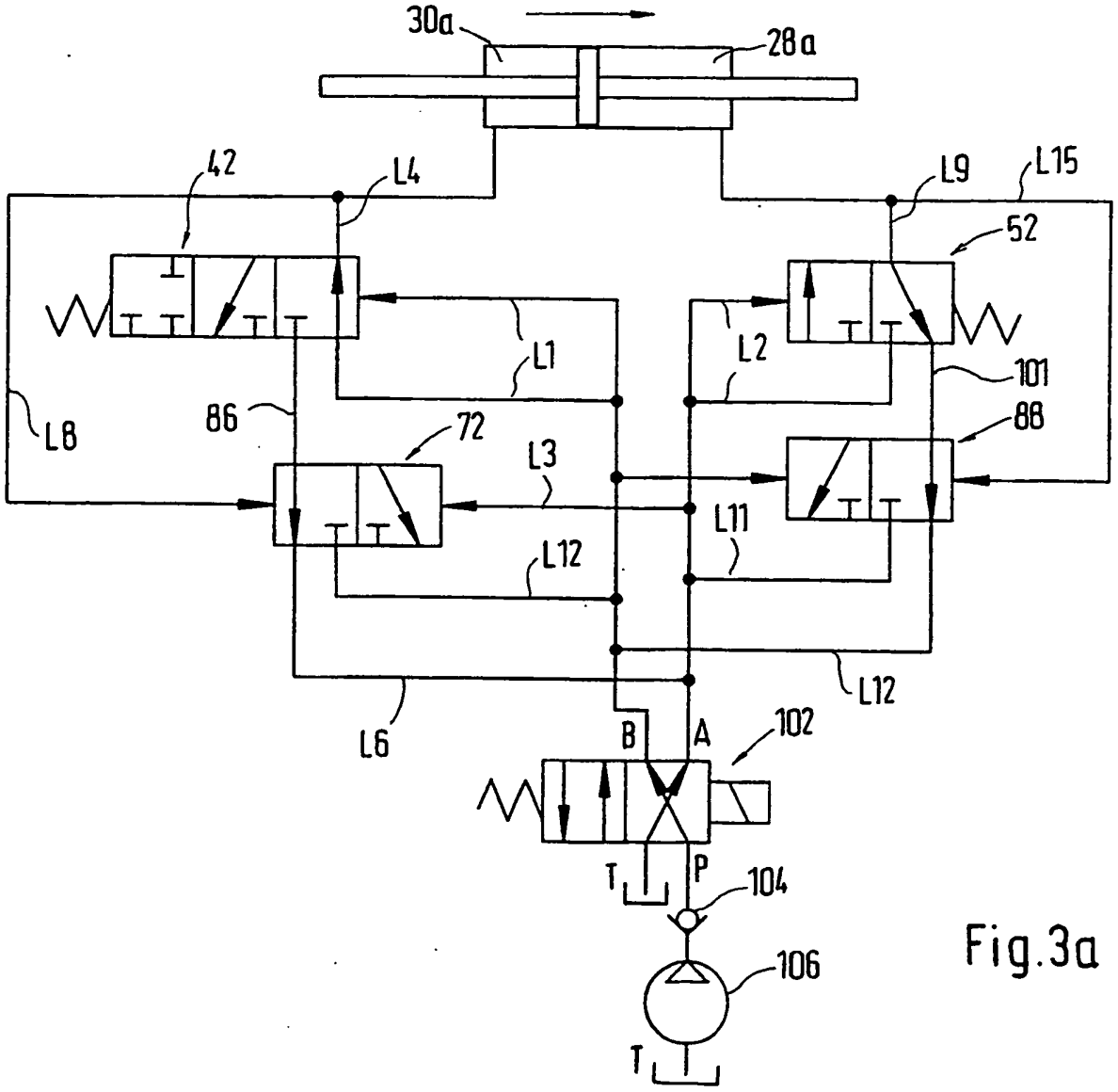

30a
28a
42
L4
L9
L15
52
L1
L2
101
L8
86
72
L3
88
L11
L12
L12
L6
B
A
102
T
P
104
106
T

Fig.3a

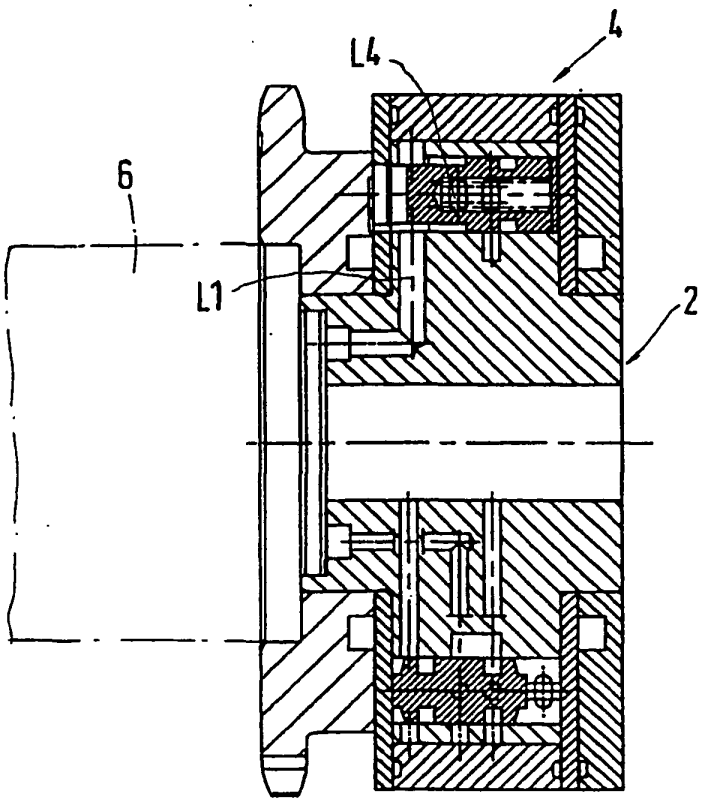


Fig.3b

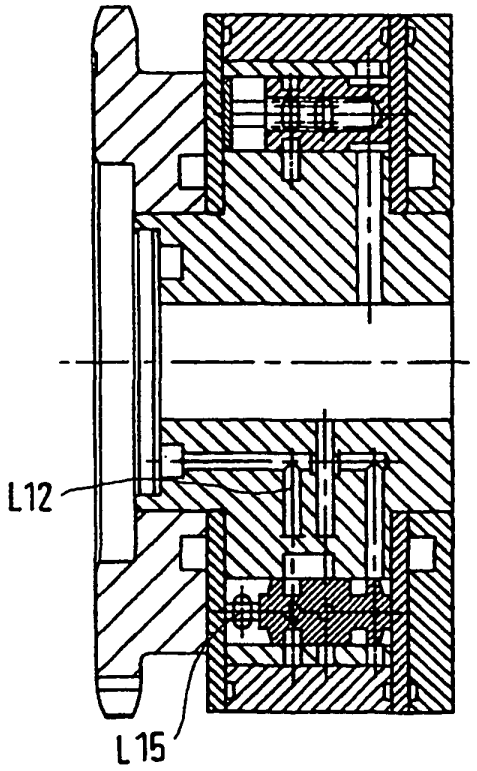


Fig.3c

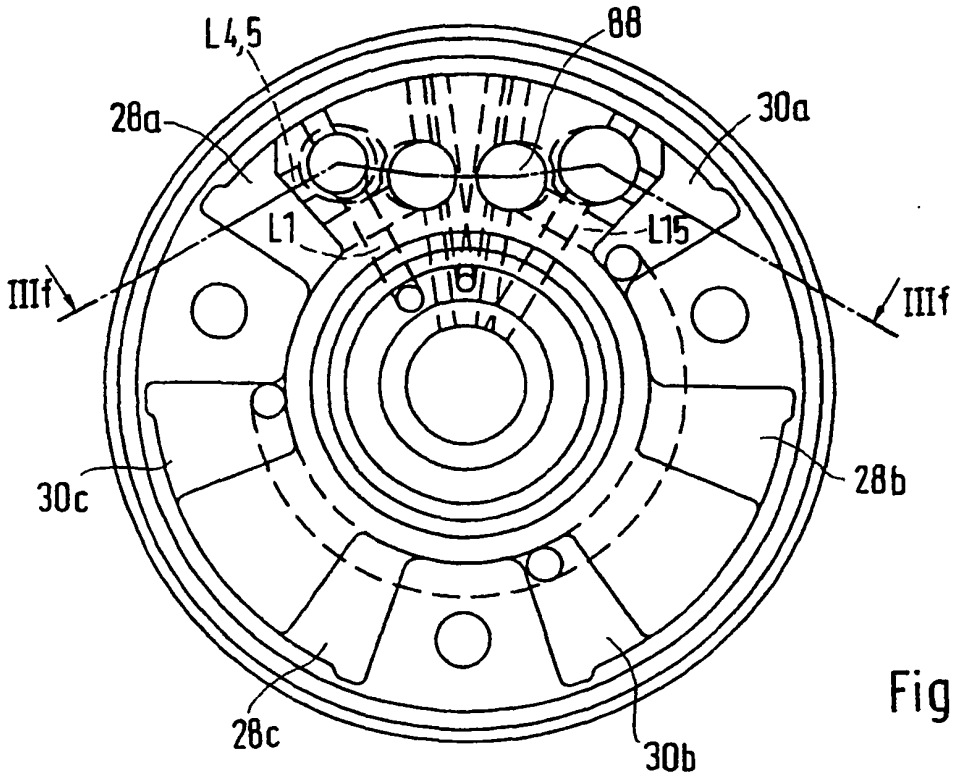

L4,5
88
28a
30a
L1
L15
IIIf
IIIf
30c
28b
28c
30b

Fig.3d

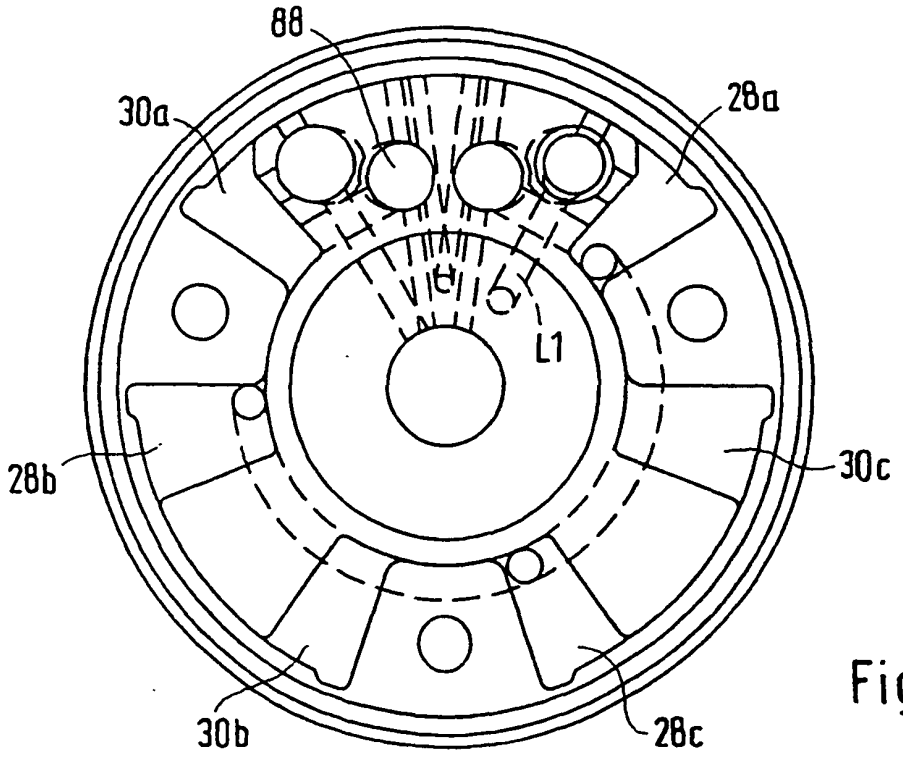

88
30a
28a
L1
28b
30c
30b
28c

Fig.3e

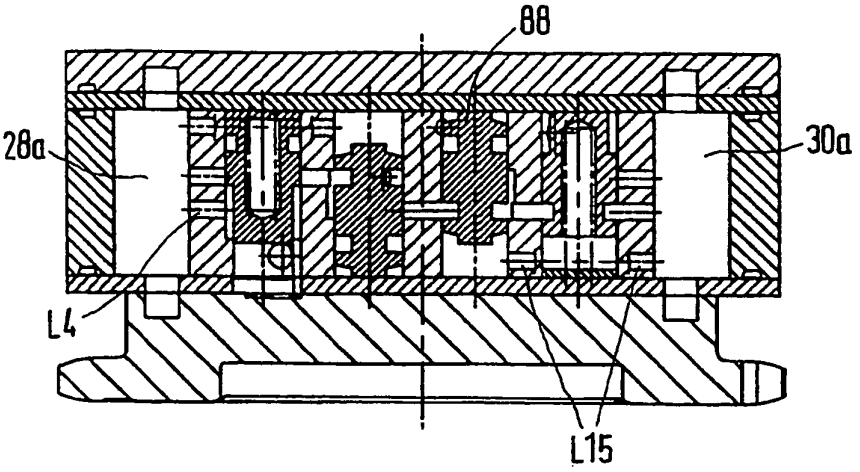

88
28a
30a
L4
L15

Fig. 3f

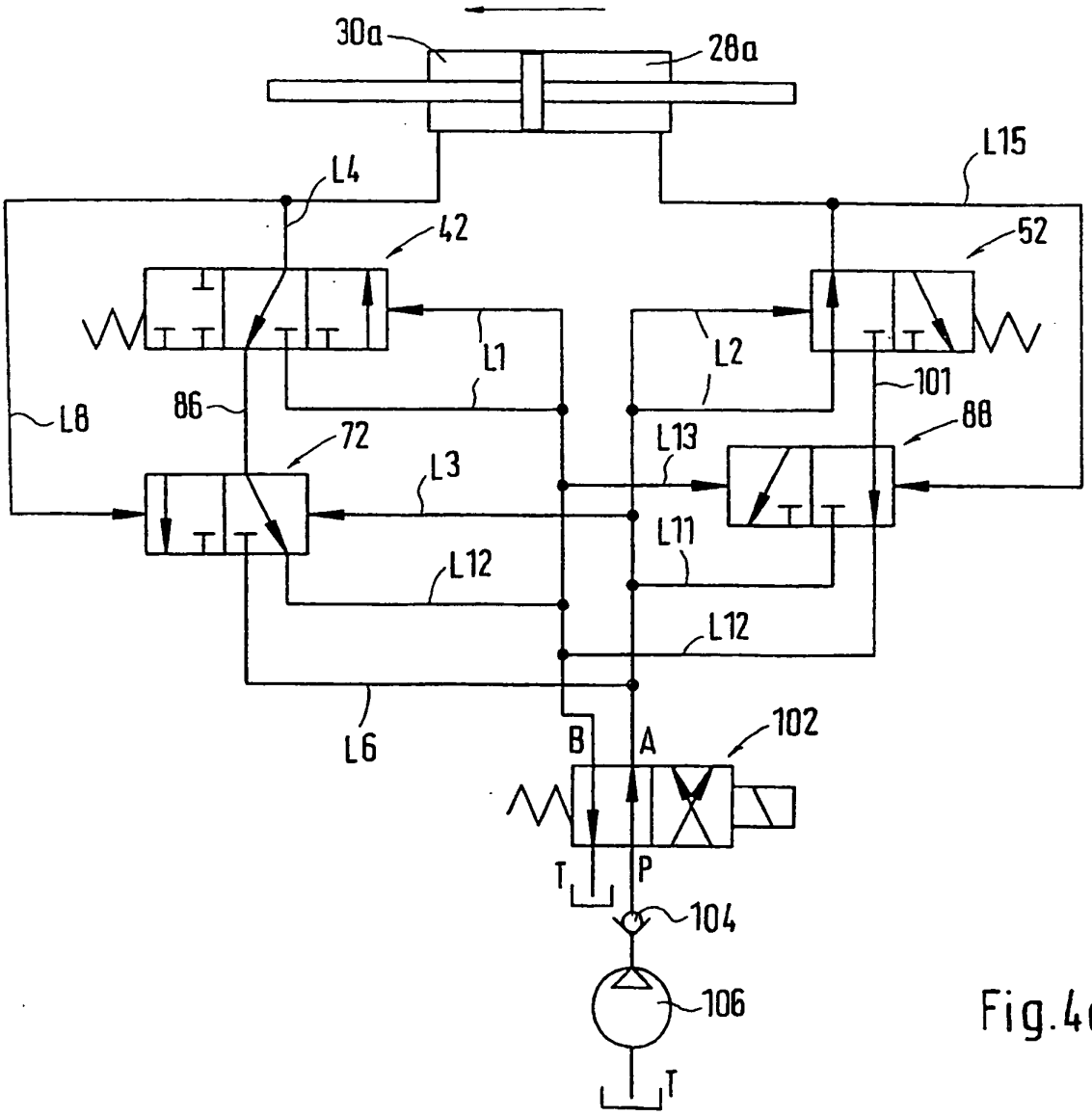

30a
28a
L15
L4
42
52
L1
L2
101
L8
86
72
L3
L13
88
L11
L12
L12
L6
B
A
102
T
P
104
106
T

Fig. 4a

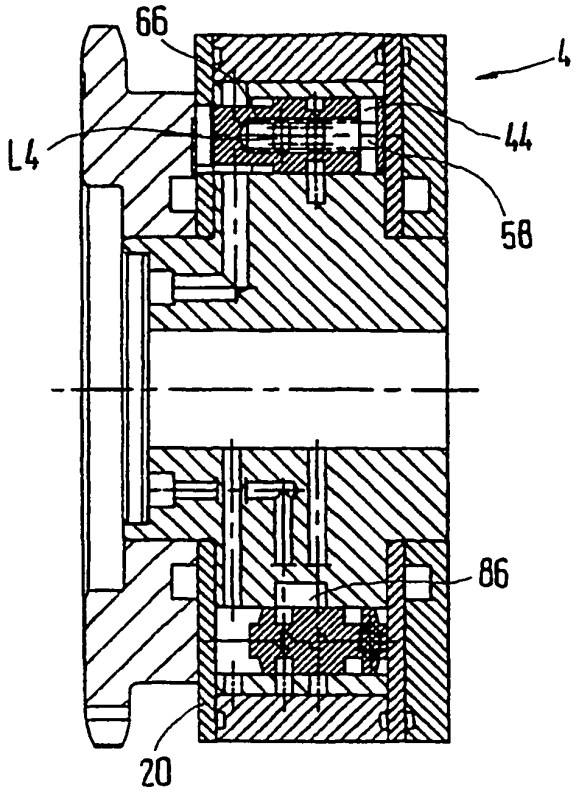


Fig.4b

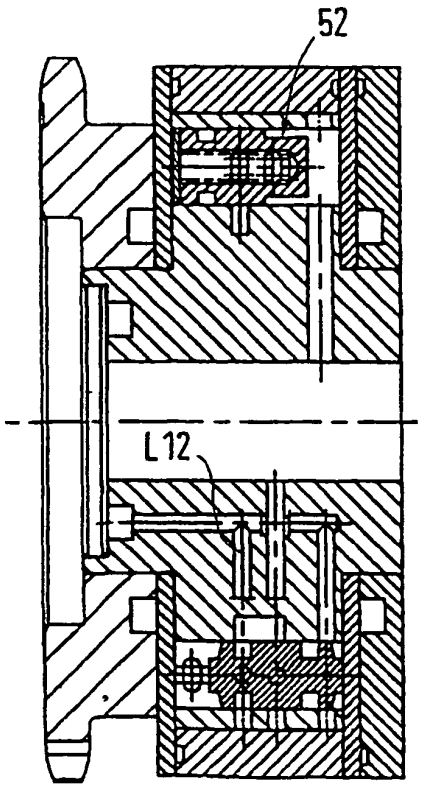


Fig.4c

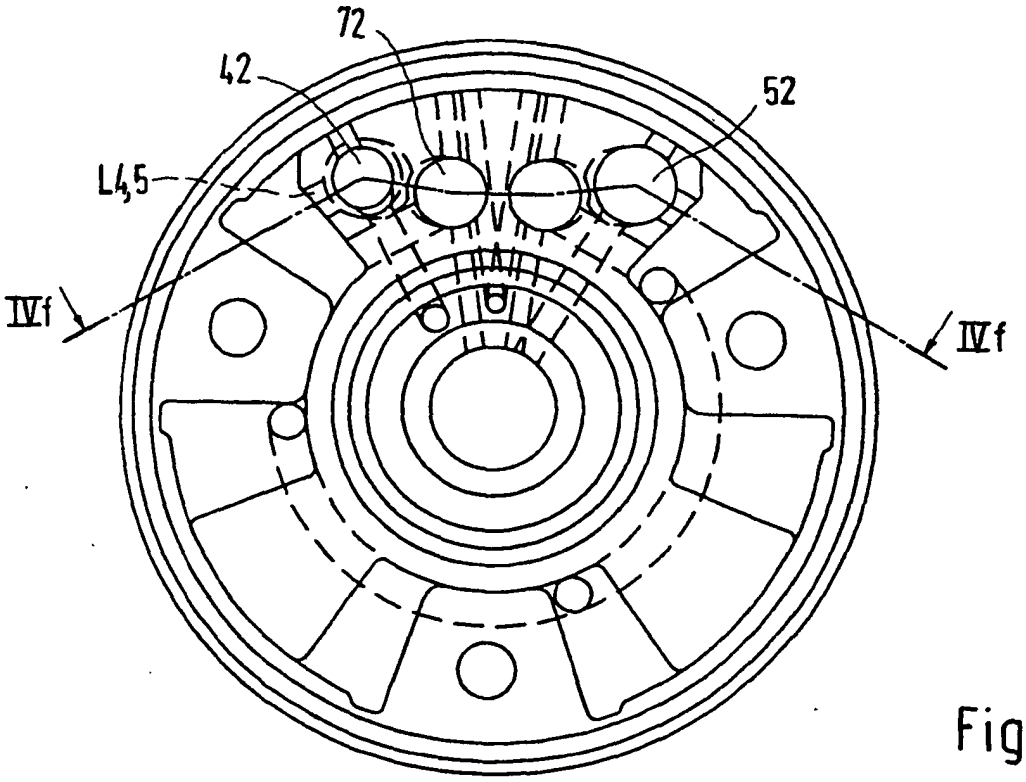


Fig.4d

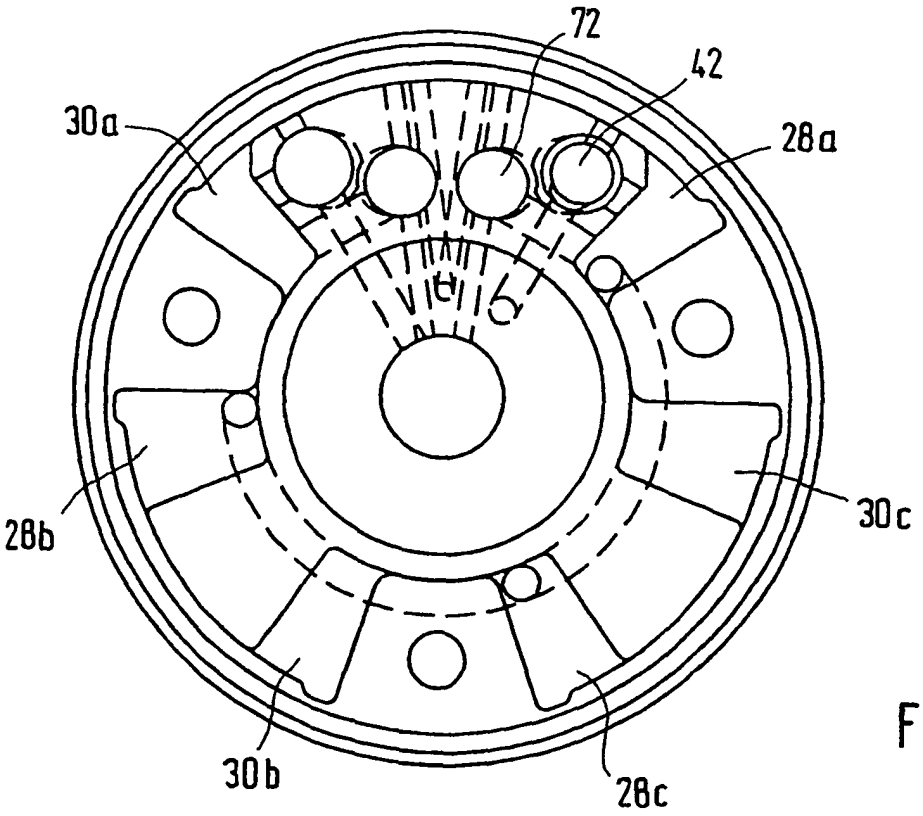


Fig.4e

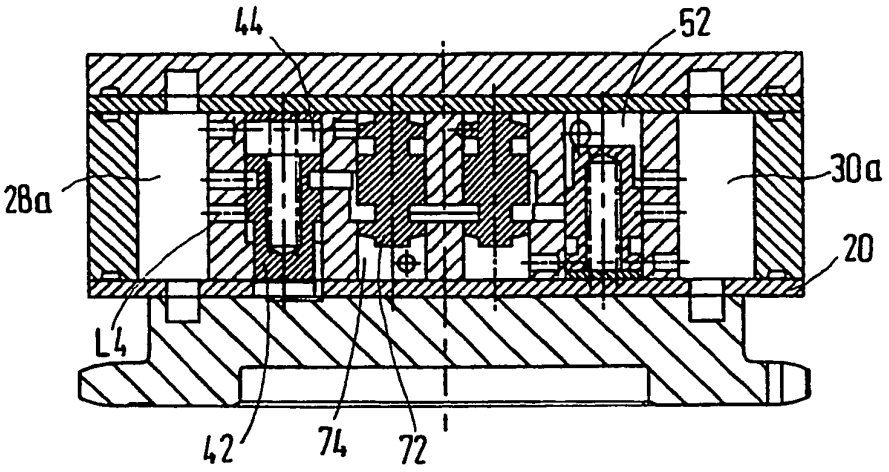

44
52
28a
30a
20
L4
42
74
72

Fig.4f

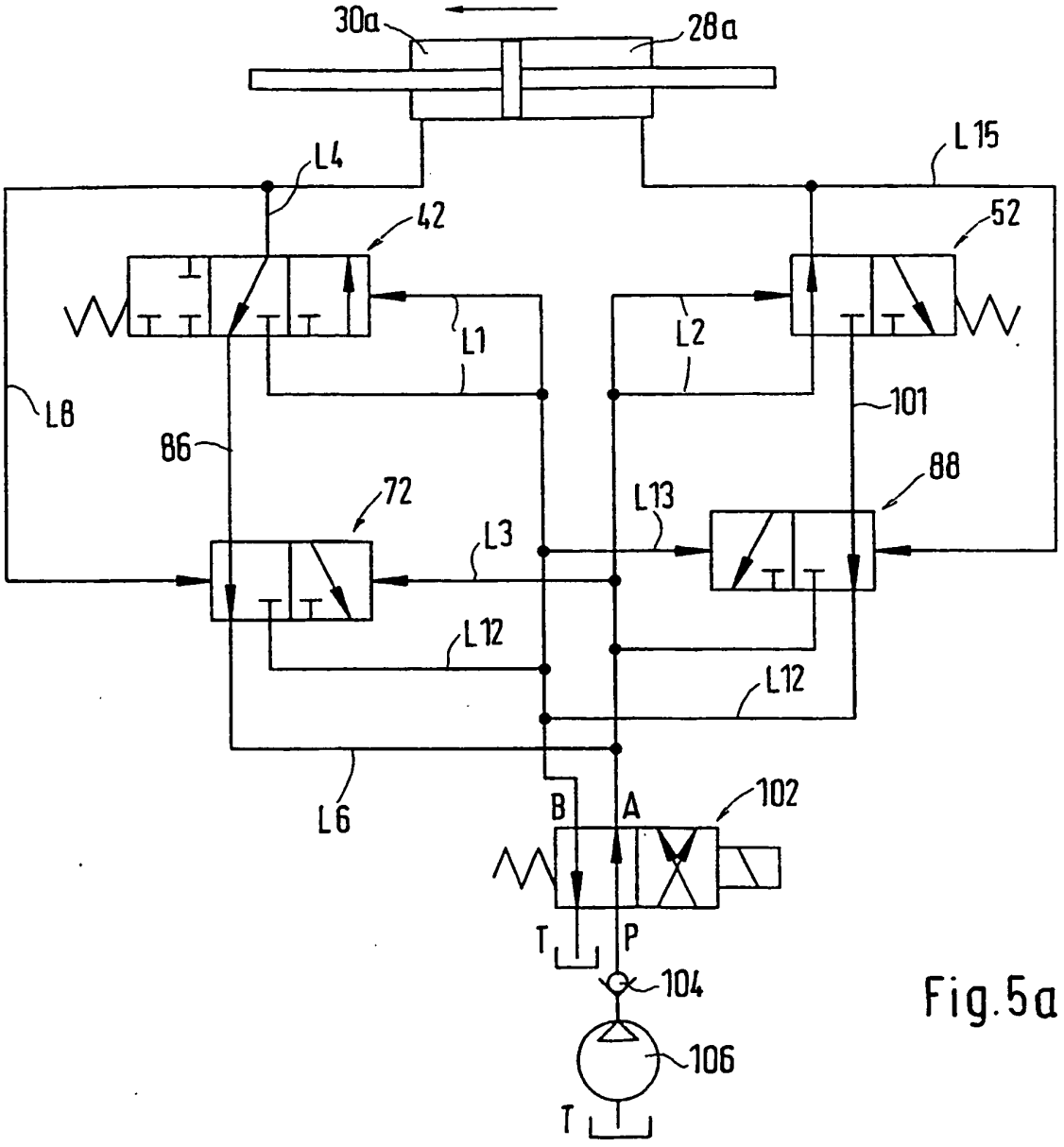

30a
28a
L4
L15
42
52
L1
L2
L8
101
86
72
88
L13
L3
L12
L12
L6
B
A
102
T
P
104
106
T

Fig.5a

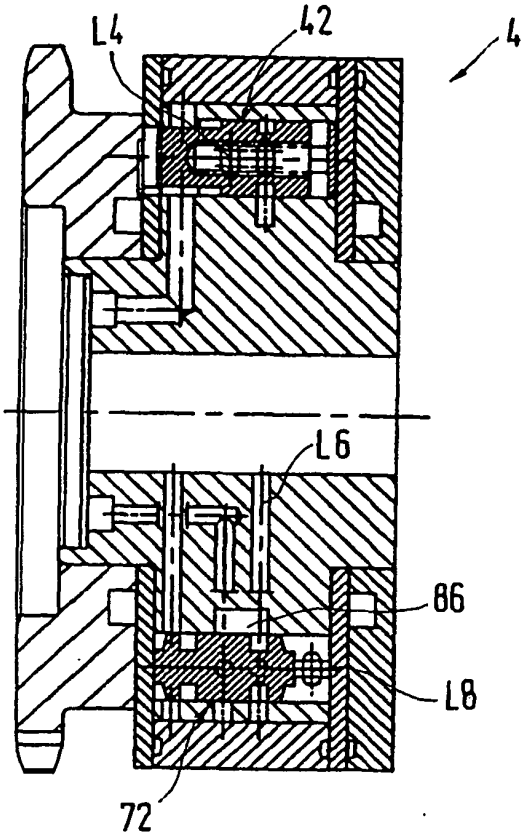


Fig. 5b

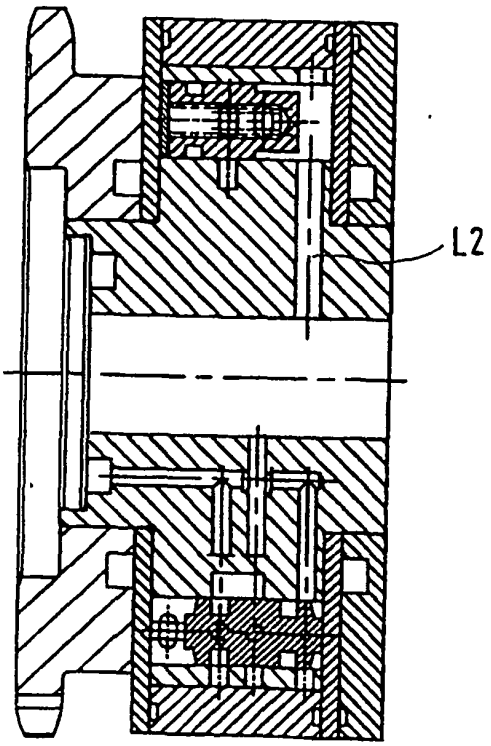


Fig. 5c

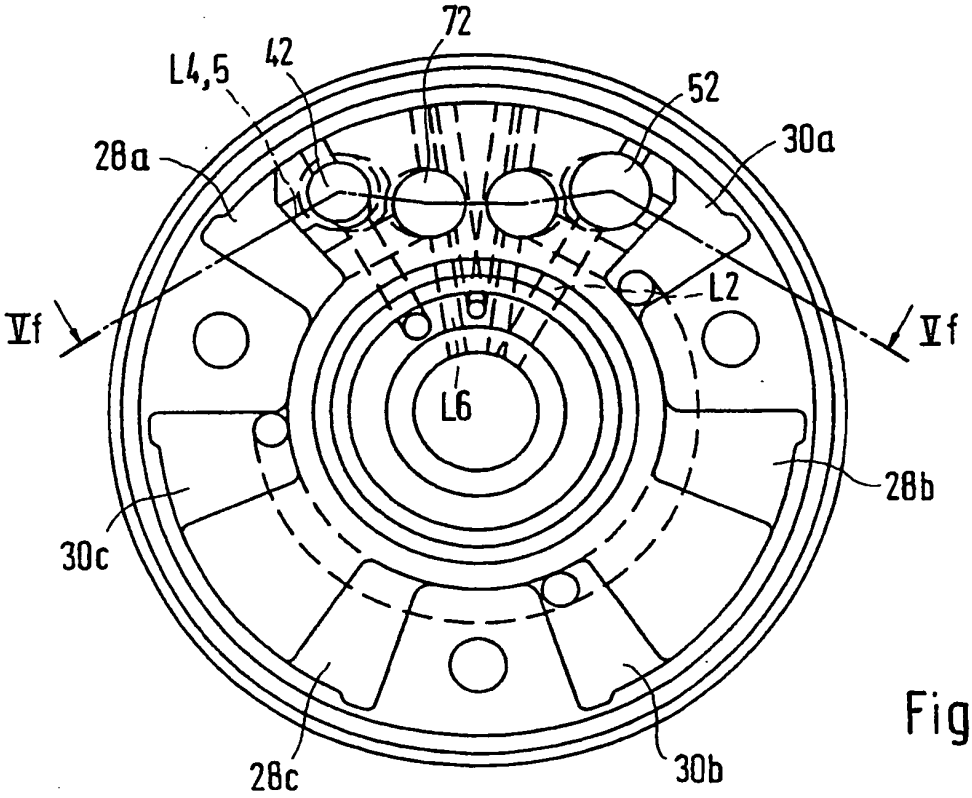

72
42
L4,5
52
28a
30a
Vf
Vf
L2
L6
28b
30c
28c
30b

Fig. 5d

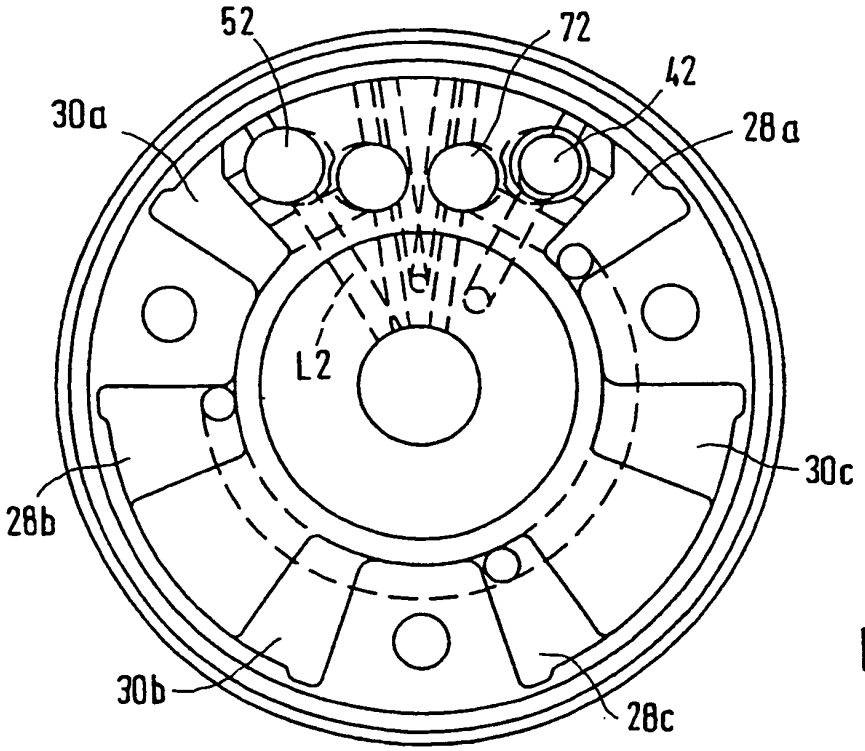

52
72
42
30a
28a
L2
30c
28b
30b
28c

Fig. 5e

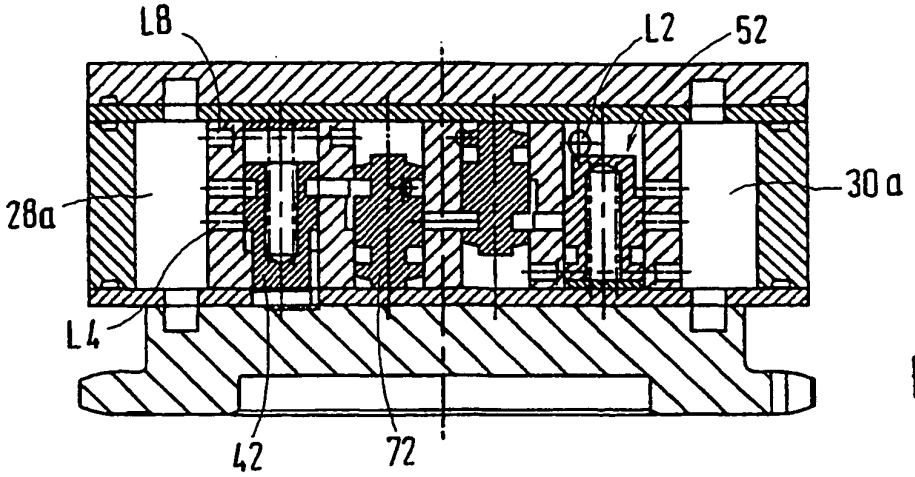

L8
L2
52
28a
30a
L4
42
72

Fig.5f

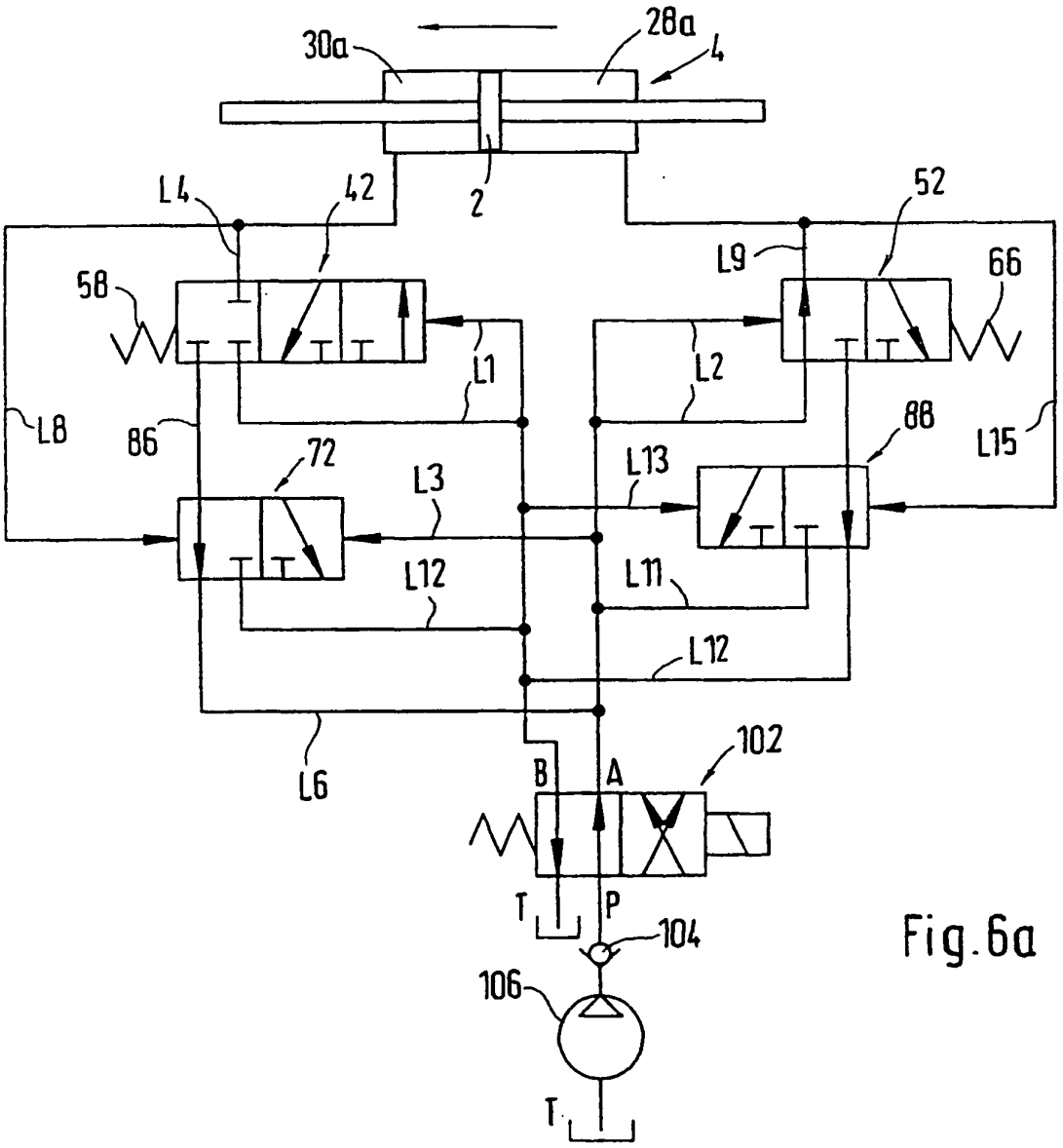

30a
28a
4
2
L4
42
52
L9
66
58
L1
L2
L8
86
88
L15
72
L3
L13
L12
L11
L12
L6
102
B
A
T
P
104
106
T

Fig.6a

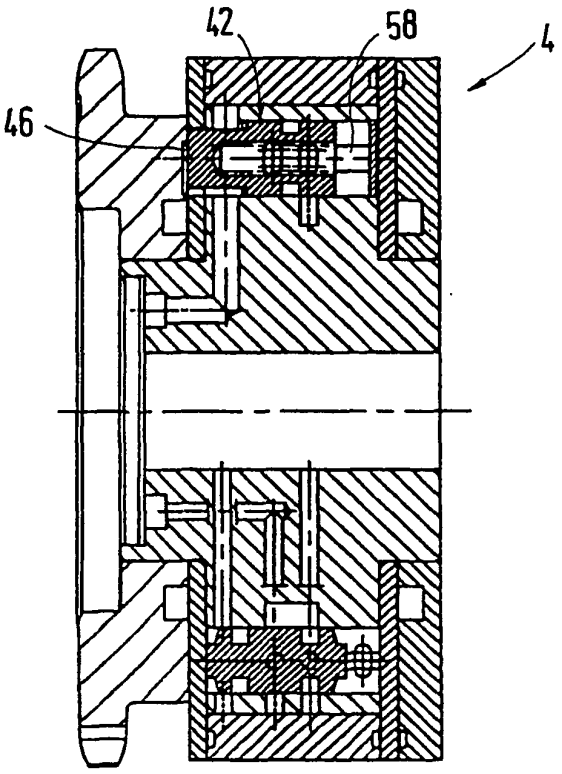


Fig.6b

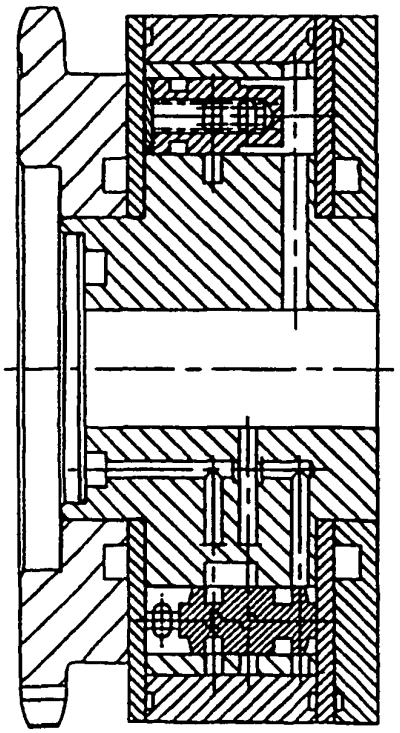


Fig.6c

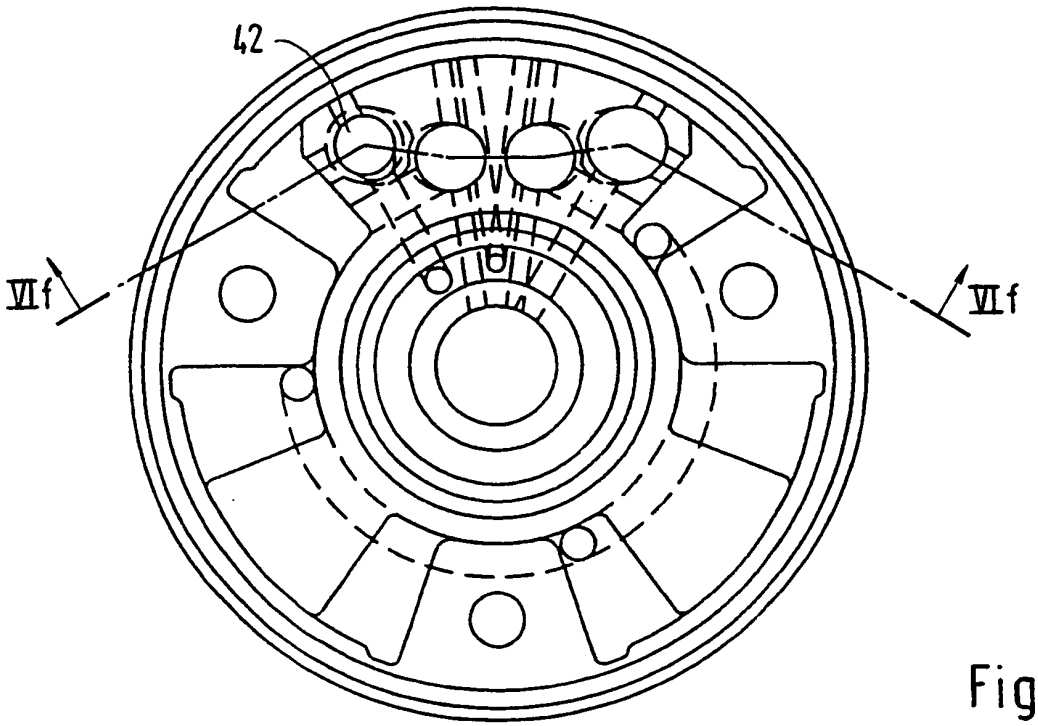


Fig.6d

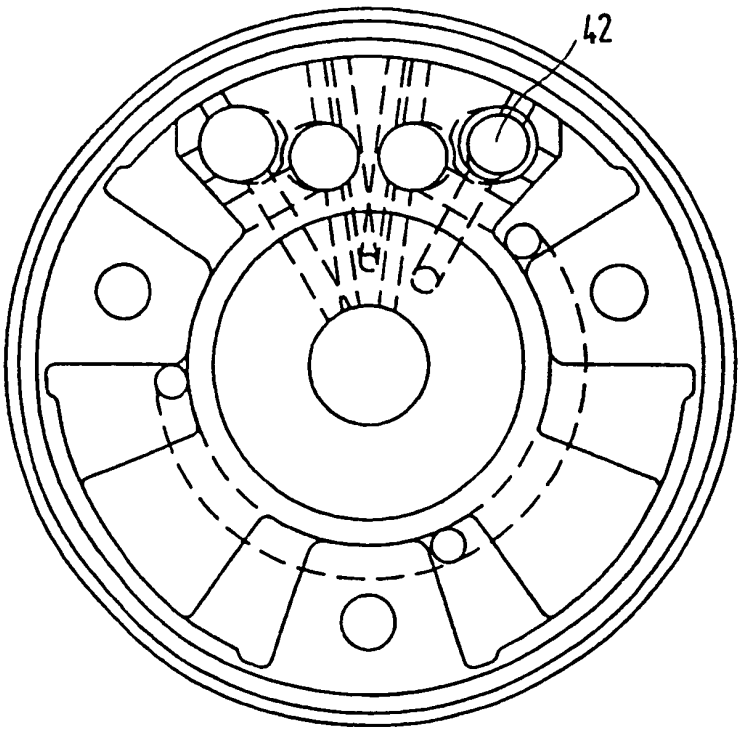


Fig.6e

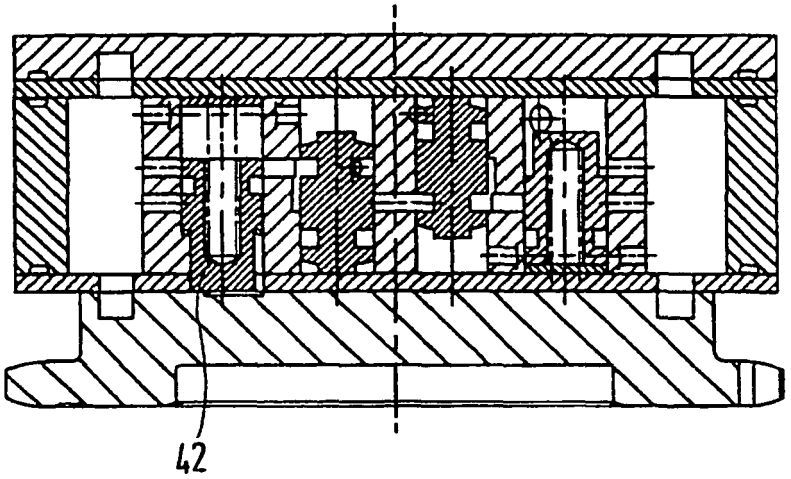


Fig.6f

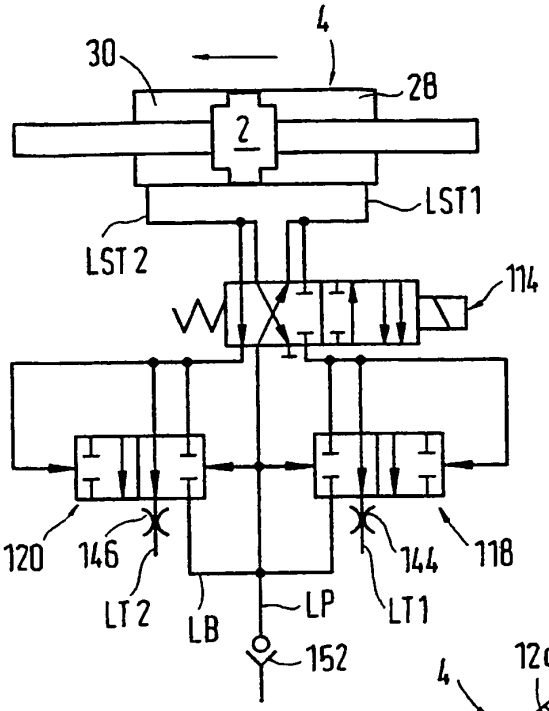

4
30
28
2
LST1
LST2
114
120
146
144
118
LT2
LB
LP
LT1
152

Fig.7a

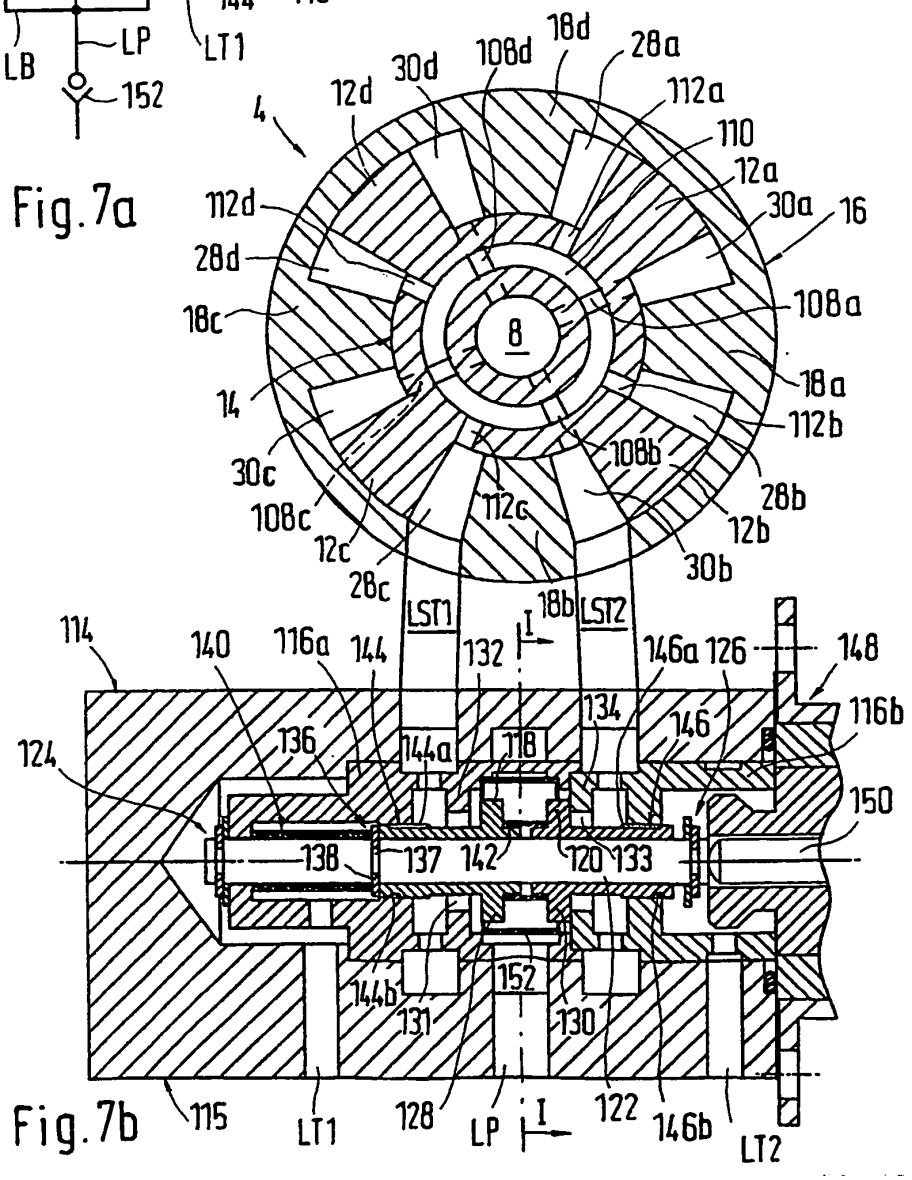

4
12d
30d
108d
18d
28a
112a
110
12a
30a
16
112d
28d
18c
108a
8
18a
14
112b
30c
108b
28b
108c
112c
12b
12c
30b
28c
LST1
18b
LST2
114
140
116a
144
132
146a
126
148
116b
124
136
144a
118
134
146
150
138
137
142
120
133
144b
131
152
130
115
LT1
128
LP
122
146b
LT2

Fig.7b

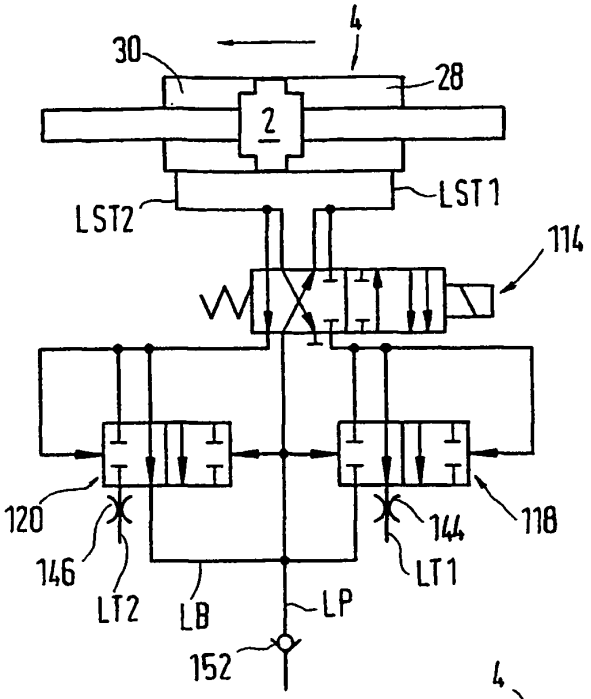

4
30
28
2
LST2
LST1
114
120
146
LT2
LB
LP
152
144
LT1
118

Fig.8a

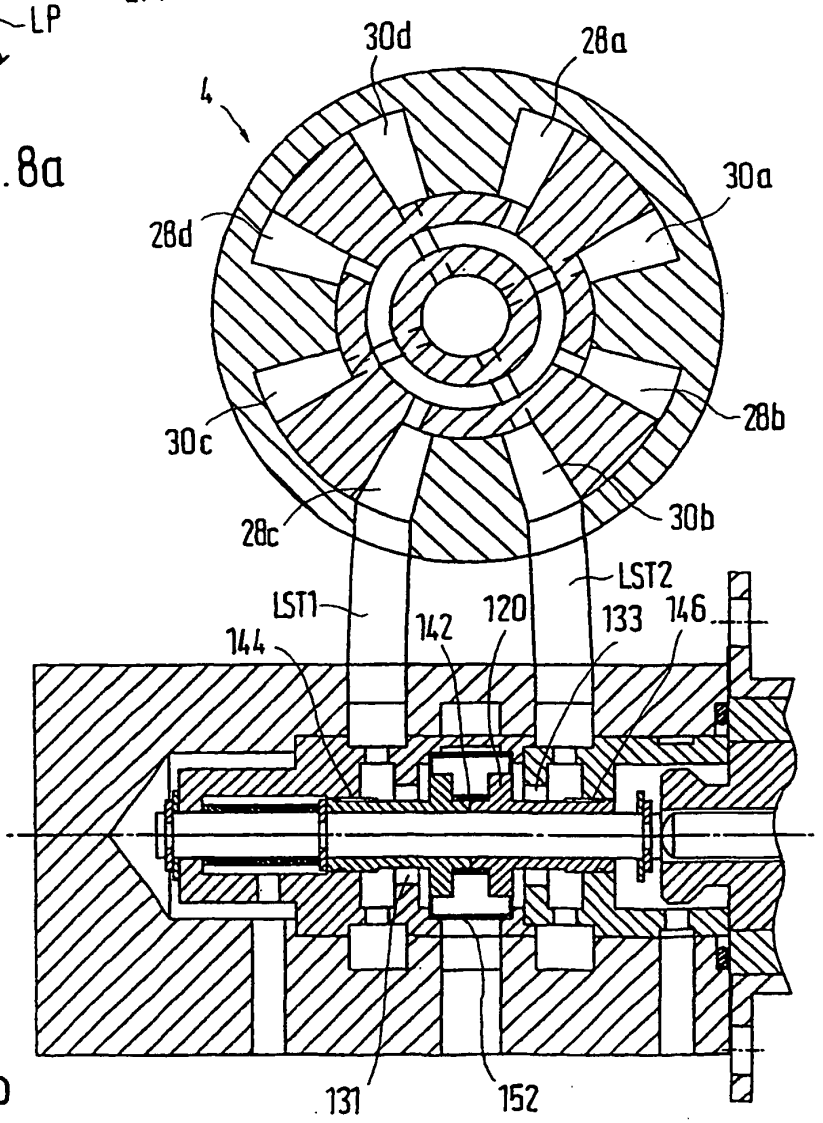

4
30d
28a
30a
28d
28b
30c
28c
30b
LST2
LST1
120
133
146
144
142
131
152

Fig.8b

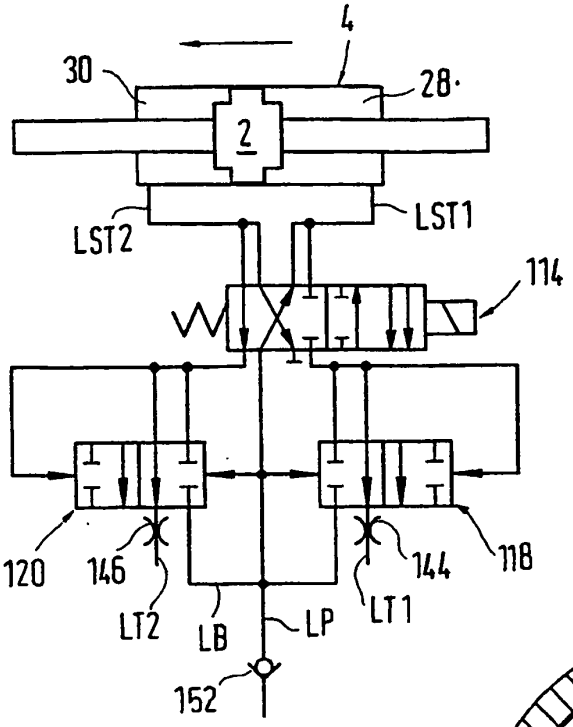

4
30
28
2
LST2
LST1
114
120
146
144
118
LT2
LB
LP
LT1
152

Fig.9a

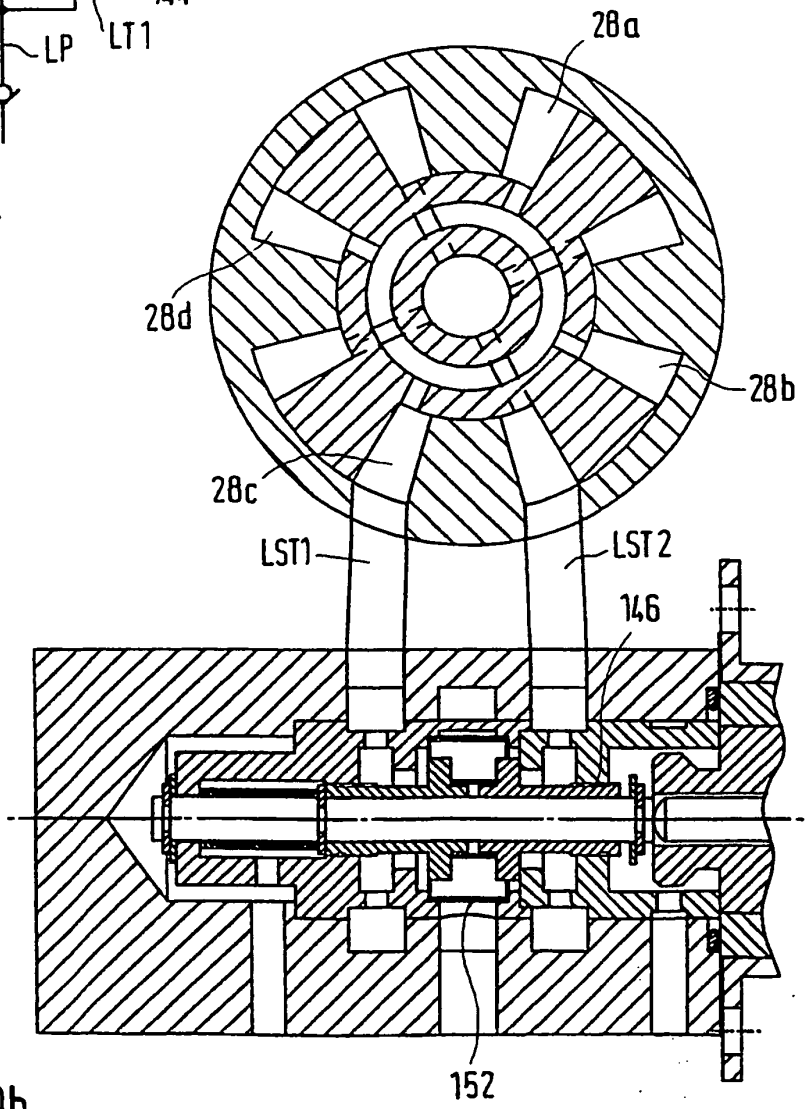

28a
28d
28b
28c
LST1
LST2
146
152

Fig.9b

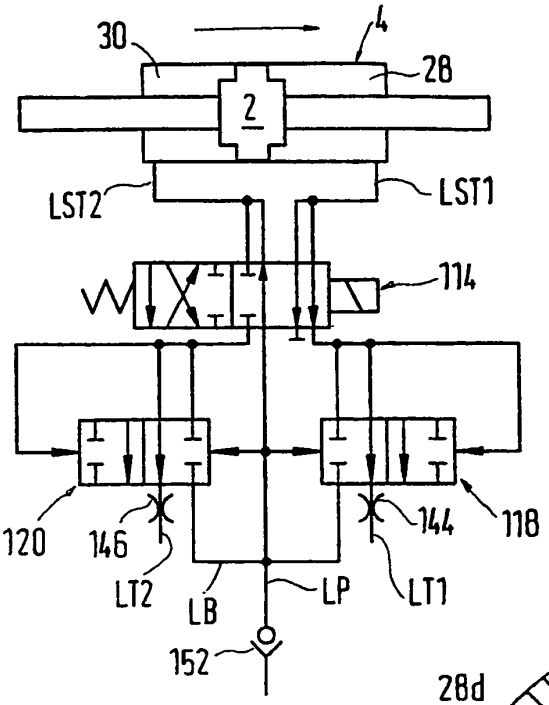


Fig.10a

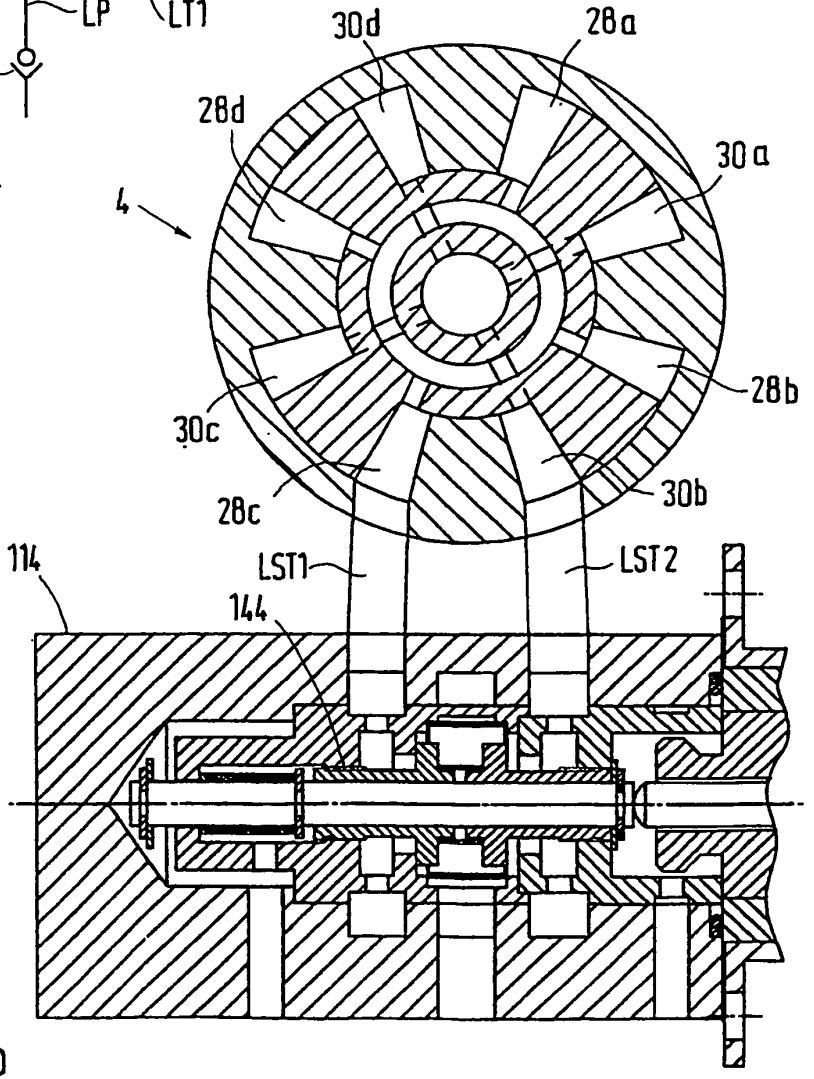


Fig.10b

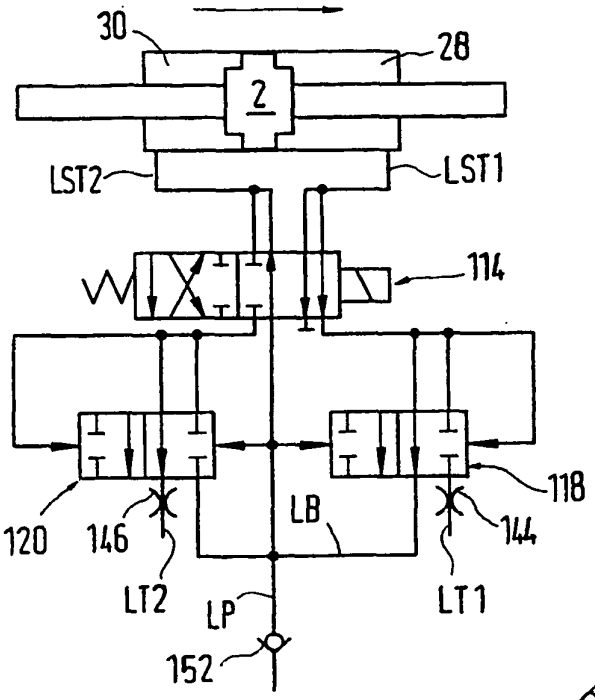


Fig.11a

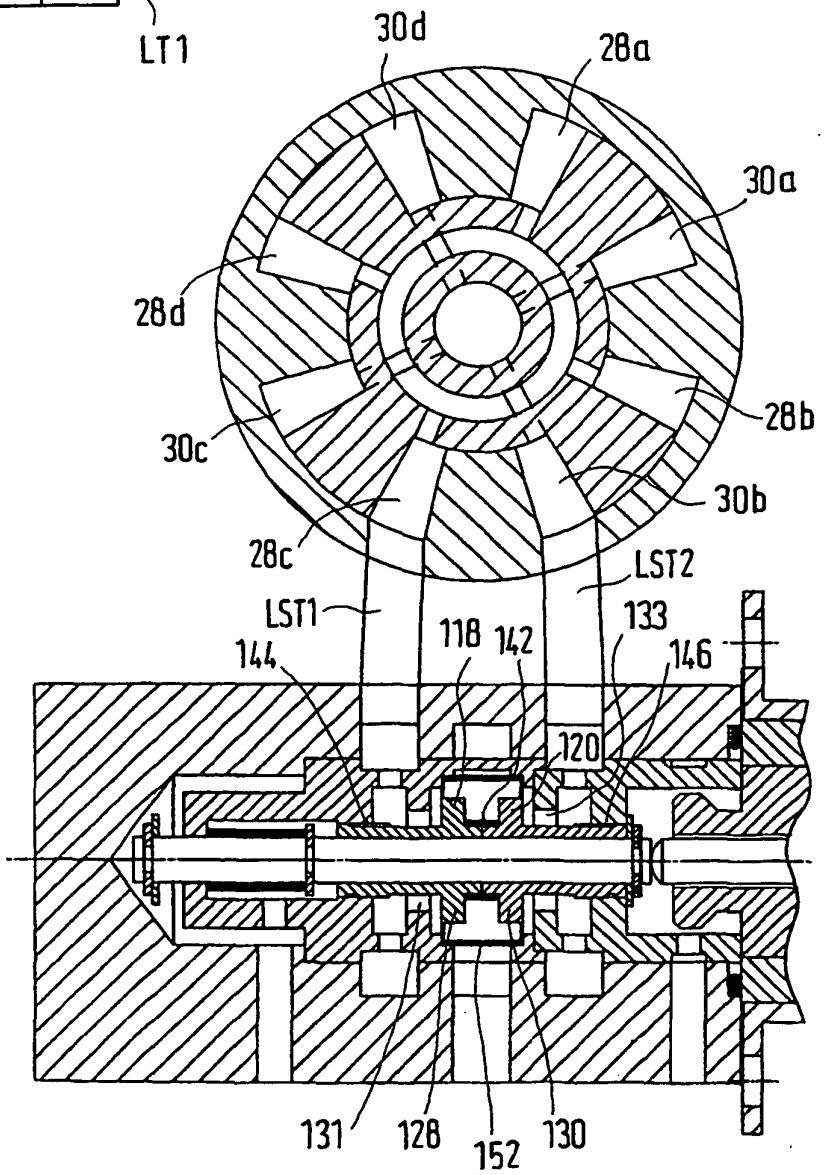


Fig.11b

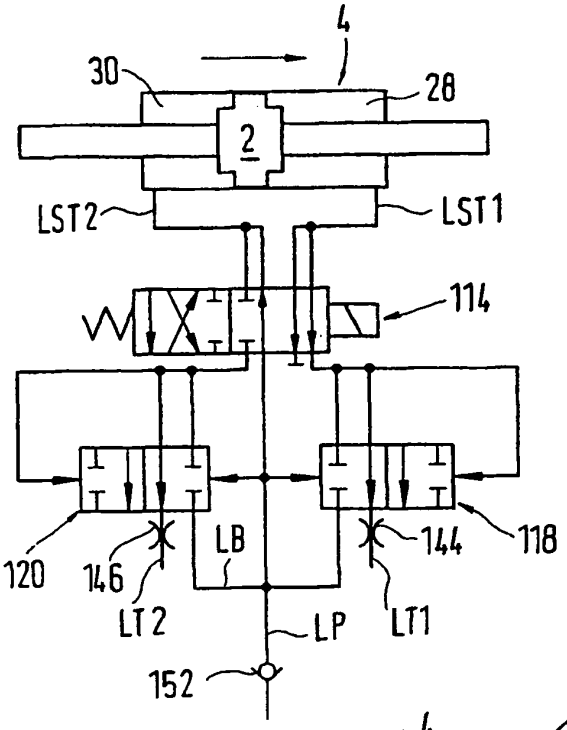


Fig.12a

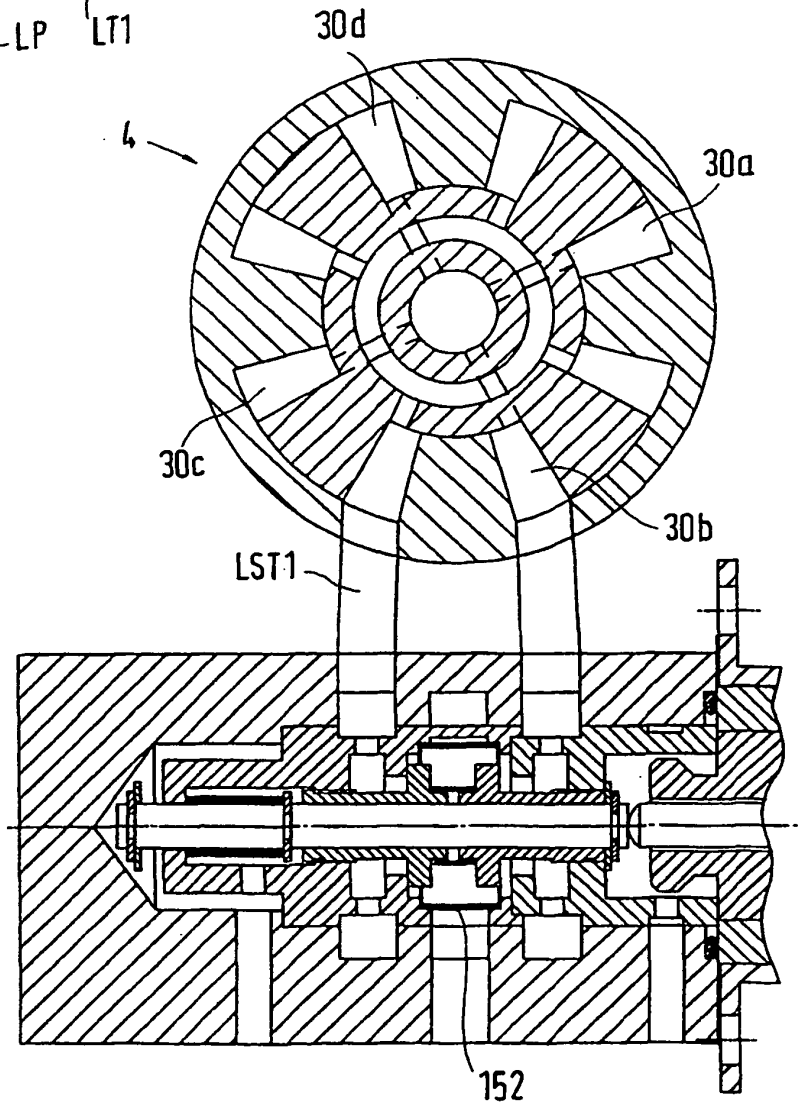


Fig.12b

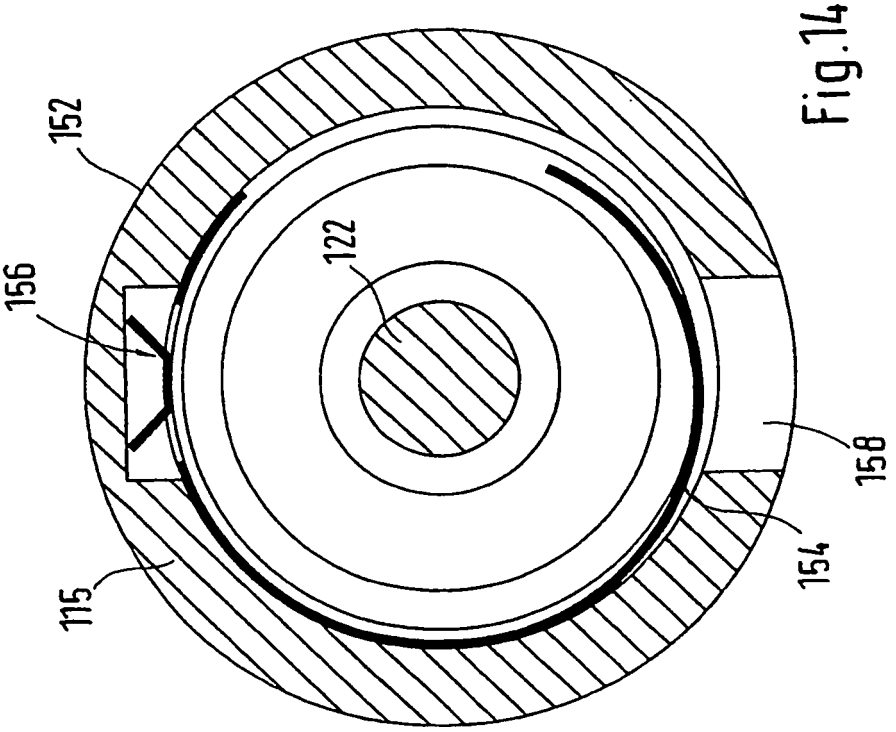


Fig.14

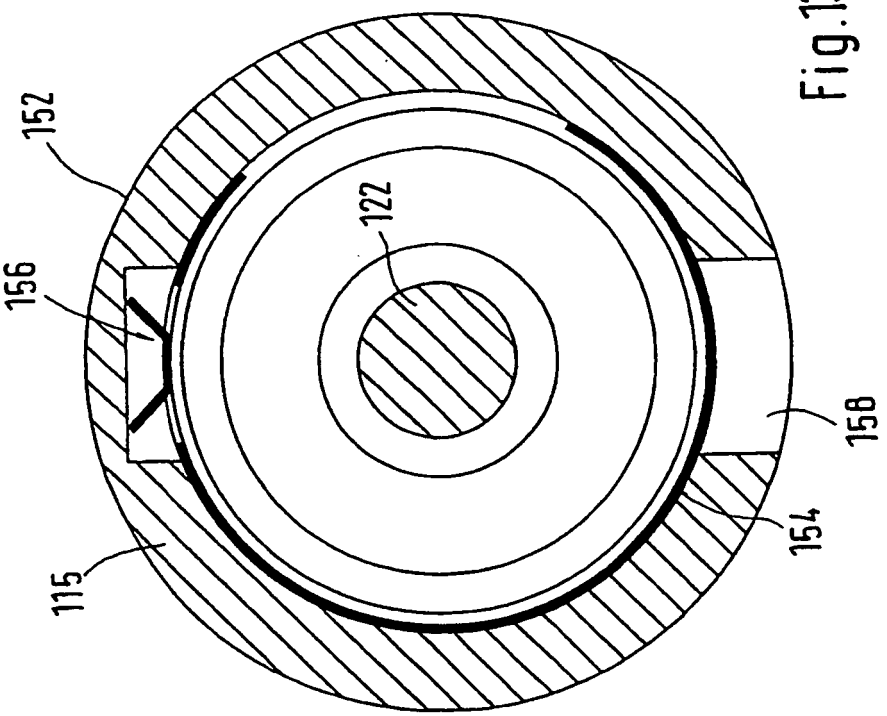


Fig.13

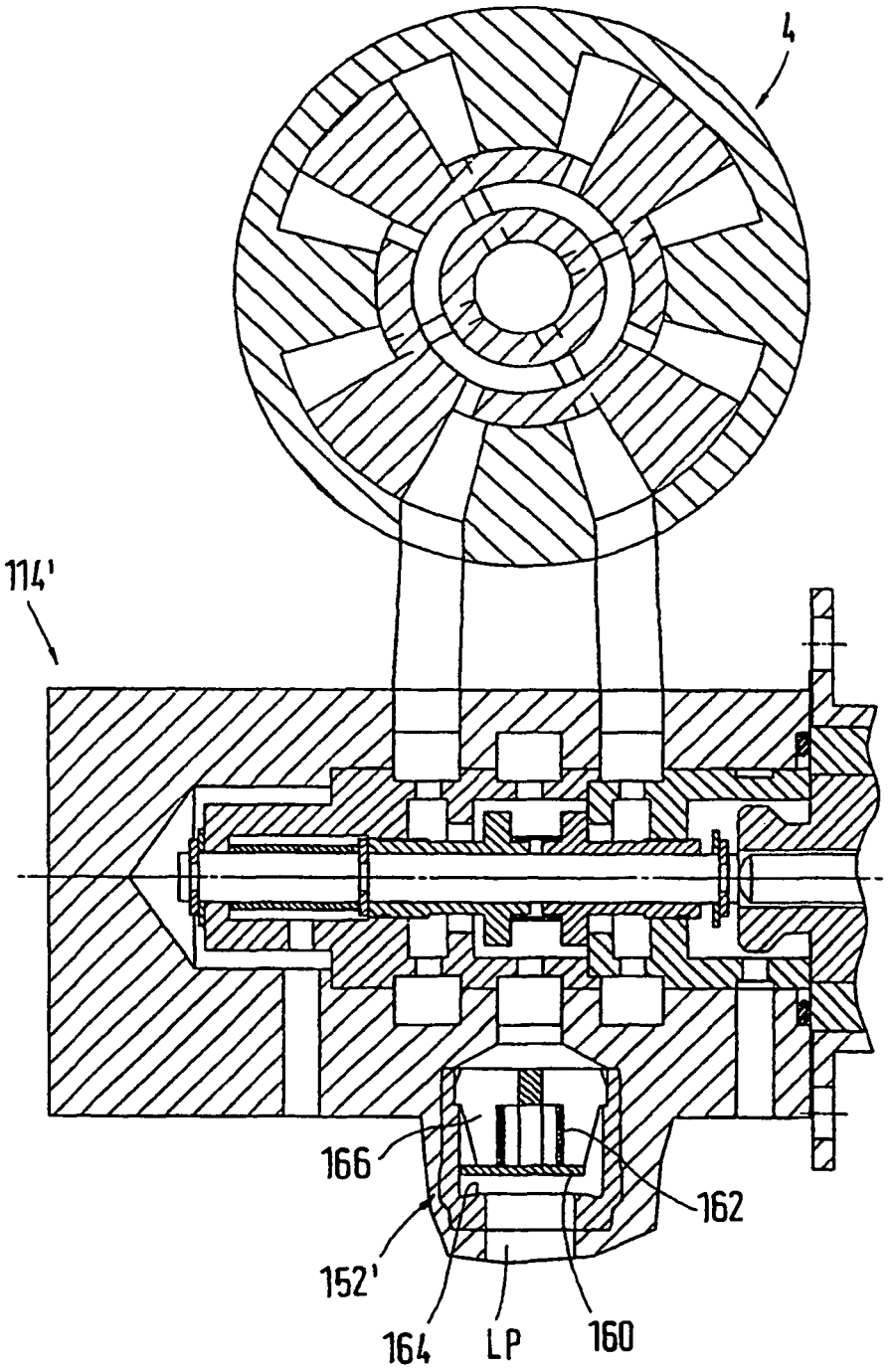


Fig.15

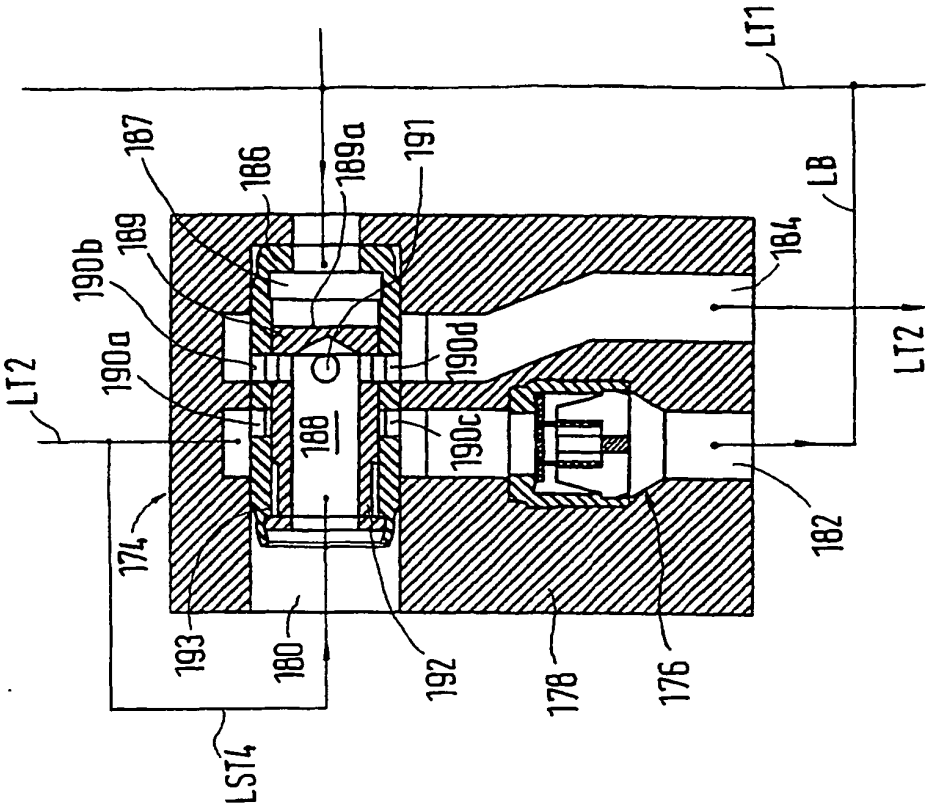


Fig.16b

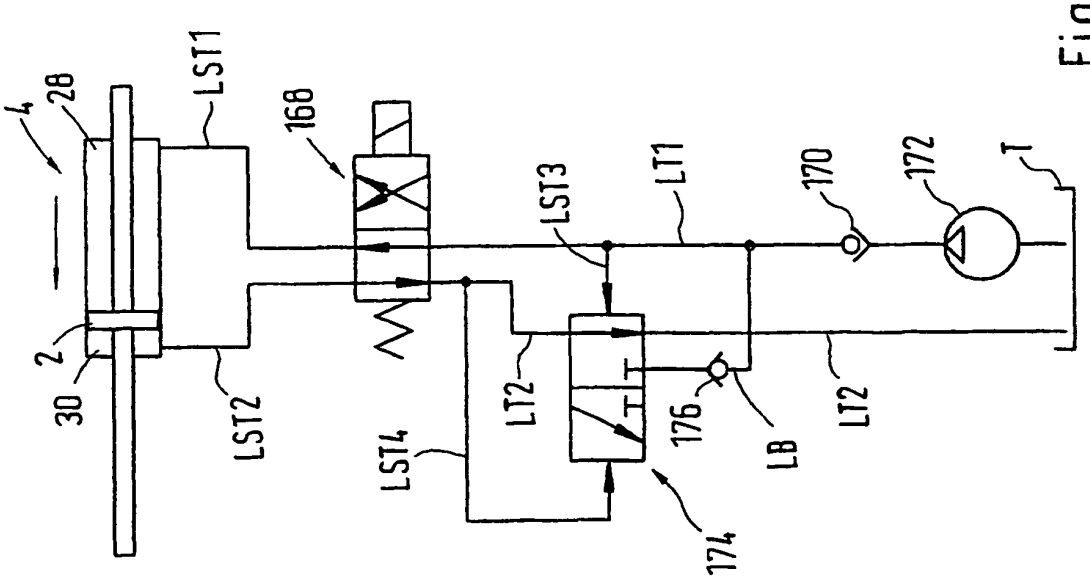


Fig.16a

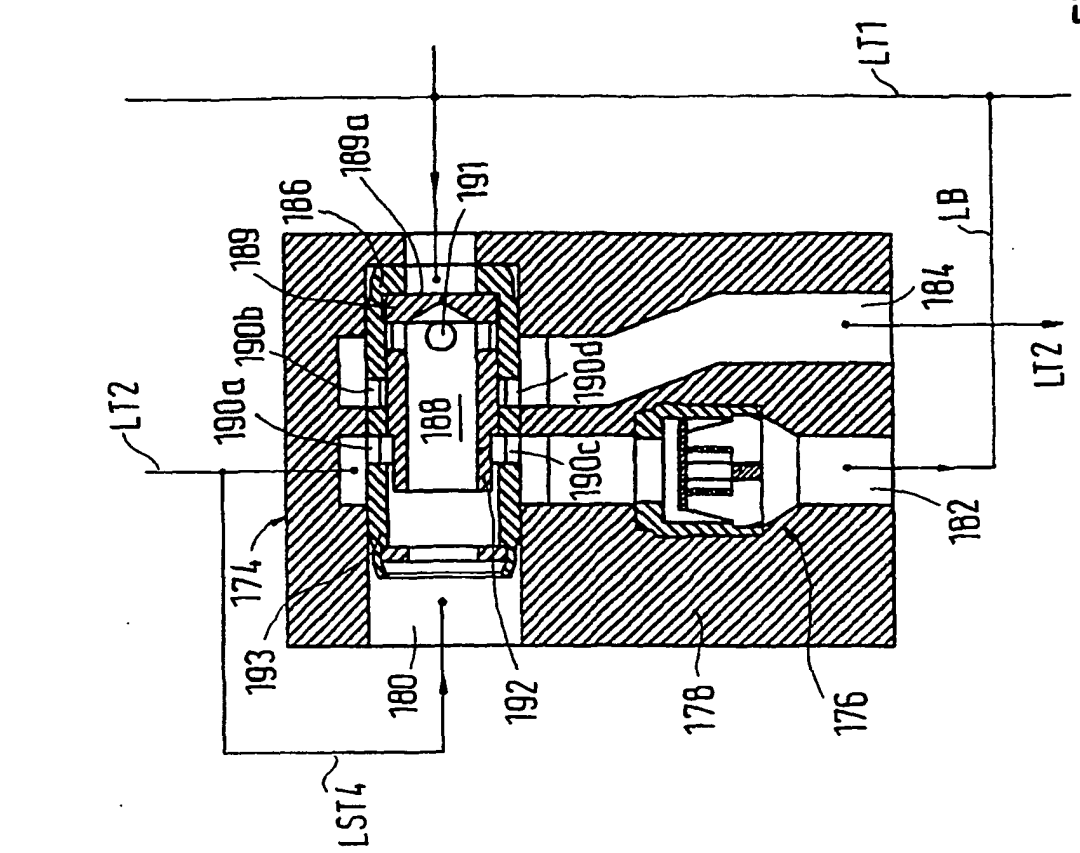


Fig.17b

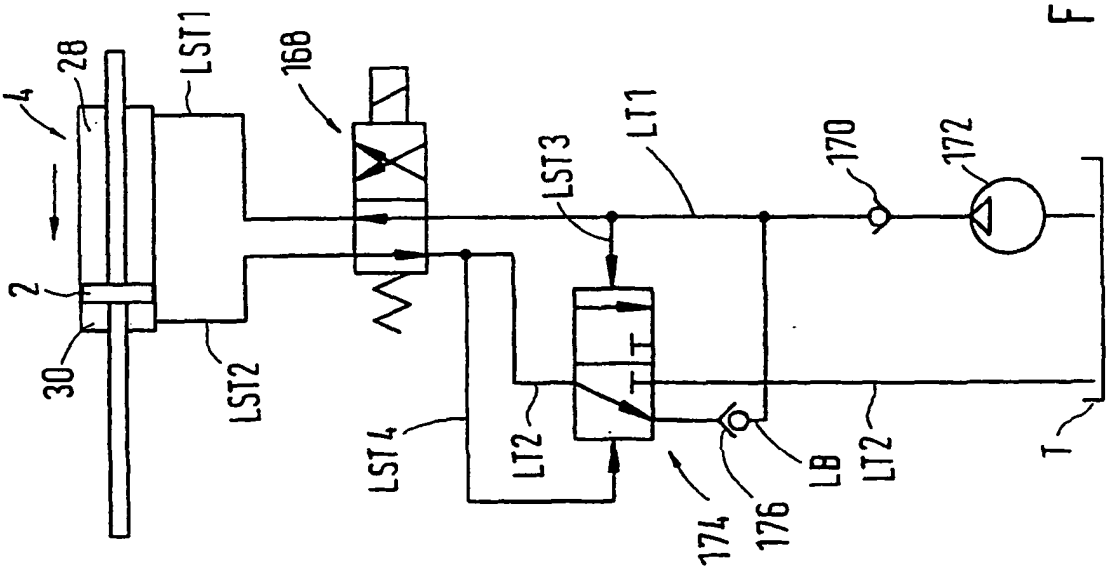


Fig.17a

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1008729 A2 **[0002]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **LEHRBUCH.** Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik. Verlag Europa, 1999, vol. 26, 272, 273 **[0002]**