

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. November 2024 (28.11.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/240441 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F15B 13/04 (2006.01) F15B 20/00 (2006.01)
B29C 45/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/061383

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. April 2024 (25.04.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 113 212.1
19. Mai 2023 (19.05.2023) DE

(71) Anmelder: **MOOG GMBH** [DE/DE]; Hanns-Klemm-
Straße 28, 71034 Böblingen (DE).

(72) Erfinder: **KOEHLER, Thorsten Matthias**; Schwennin-
ger Strasse 20, 78652 Deisslingen (DE).

(74) Anwalt: **WITHERS & ROGERS LLP**; Kaulbachstraße
114, 80802 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD,
SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY,
KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: CONTROL VALVE HAVING SWITCHABLE CONTROL EDGE

(54) Bezeichnung: REGELVENTIL MIT SCHALTBARER STEUERKANTE

(57) Abstract: The invention relates to a control valve having a switchable control edge, and comprising a valve body (1) having a first control slide (400) and at least two control terminals (501; 502; 503; 504; 505) and at least one control edge (6; 44; 45), wherein the first control slide (400) has an axial bore (40) and a second control slide (41) is formed in the axial bore (40); and further comprising an end cap (57) having an actuating piston (48), wherein the actuating piston (48) is designed to engage in the axial bore (40), and the actuating piston (48) is designed to move the second control slide (41) in the axial bore (40).

(57) Zusammenfassung: Ein Regelventil mit schaltbarer Steuerkan-
te, umfassend ein Ventilkörper (1) mit einem ersten Steuerschieber
(400) und zumindest zwei Steueranschlüssen (501; 502; 503; 504;
505) und zumindest einer Steuerkante (6; 44; 45), wobei der erste
Steuerschieber (400) eine axiale Bohrung (40) aufweist und ein zwei-
ter Steuerschieber (41) in der axialen Bohrung (40) ausgebildet ist;
und weiter umfassend eine Endkappe (57) mit Betätigungskolben
(48), wobei der Betätigungskolben (48) dazu ausgebildet ist in die
axiale Bohrung (40) einzugreifen, und der Betätigungskolben (48)
dazu ausgebildet ist den zweiten Steuerschieber (41) in der axialen
Bohrung (40) zu verschieben.

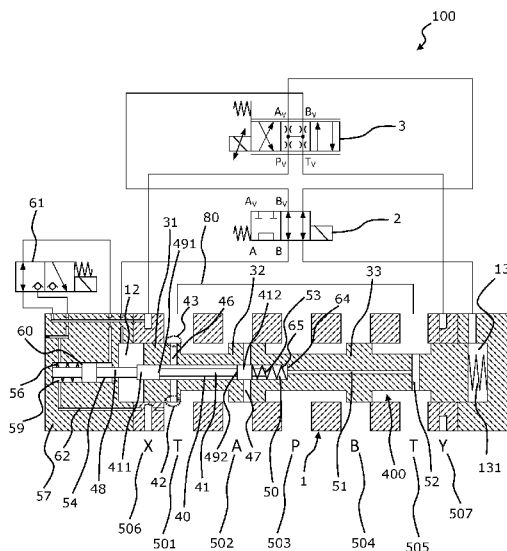


Fig 13

WO 2024/240441 A1

Regelventil mit schaltbarer Steuerkante

Gegenstand der Erfindung ist es, einen Stellmechanismus in ein vorhandenes Regelventil zu integrieren, welcher zum einen im Regelbetrieb eine geringe relative Überdeckung zwischen den Steuerkanten P-A und A-T eines Regelventils ermöglicht und zum anderen im Stillstand (Failsafe-Fall) den A-Anschluss vom T-Anschluss trennt.

In Anwendungen, in welchen hydraulisch vorgesteuerte 4/3-Wege-Regelventile in Kolben-Längsschieber Ausführung (Bauart als Plattenaufbau-Ventil) verwendet werden, besteht die Anforderung, im Stillstand (Failsafe-Fall) eine Bewegung der Achse bspw. einer Einspritzeinheit einer Kunststoff-Spritzgießmaschine zu verhindern, welche durch das Regelventil gesteuert bzw. geregelt wird. Kritisch ist hierbei insbesondere eine ausfahrende Bewegung des Einspritzzylinders, welche unbedingt vermieden werden muss.

Dies wird im Allgemeinen dadurch erreicht, dass die die P-Steuerkanten zum Anschluss der Druckversorgung im Failsafe-Fall ausreichend überdeckt sind, um einen Fluid-Volumenstrom in den Verbraucher zu verhindern oder zumindest auf ein Minimum zu reduzieren.

Um nun eine einfahrende Bewegung des Einspritzzylinders zu verhindern, muss auch eine A-T-Steuerkante vom Verbraucher, bspw. die Einspritzeinheit, hin überdeckt ausgeführt werden, um einen Fluid-Volumenstrom zum Tank zu verhindern. Somit kann verhindert werden, dass externe Kräfte, die auf die Achse wirken, diese in eine ungewollte Bewegung versetzen. Dabei weisen Ventile in Schieber-Bauweise immer eine prinzipbedingte Spaltleckage auf.

Der Failsafe-Fall stellt einen sicheren Maschinenzustand dar, bei dem das Regelventil nicht in aktiver elektronischer Regelung ist – es ist i.d.R. strom- und spannungsfrei geschaltet, der Steuerschieber befindet sich nicht in aktiver Lageregelung. Der Steuerschieber wird im Failsafe-Fall über mechanische Failsafe-Mechanismen, bspw. Federn und/oder Endanschläge, und Schaltventile in eine Endauslage oder definierte Stellung gebracht.

Andererseits wird im (Regel-)Betrieb eine möglichst geringe Überdeckung an der P-A Steuerkante und A-T Steuerkante des Regelventils benötigt, um präzise Achs-Positions-/ Druck- oder Kraftregelungen durchführen zu können.

Problematisch ist, dass beide Anforderungen im Widerspruch zueinanderstehen. Entweder wird der Steuerschieber mit geringer Überdeckung oder sogar einem

Nullschnitt der Steuerkanten P-A und A-T gefertigt, was eine präzise Regelung ermöglicht, aber eine einfahrende Drift-Bewegung der Achse einer Einspritzmaschine im Failsafe-Fall zur Folge hat (da dann die A-T Steuerkante bereits eine Unterdeckung ausweist), oder der Steuerschieber wird mit überdeckten Steuerkanten, bspw. den P-A und A-T Steuerkanten, gefertigt was eine unpräzise Regelung zur Folge hat, aber dafür im Stillstand (Failsafe-Fall) einen Stillstand bzw. eine hinreichend kleine Bewegung der Achse gewährleistet.

Bekannt sind überdeckte Steuerschieber, welche in aktiver Regelung elektronisch kompensiert werden, sogenannte Totband-Kompensation, welche aber dynamisch an ihre Grenzen stößt. Letztlich muss für das Regeln eines Drucks oder Volumenstroms in einem Arbeitsanschluss immer die physikalische Überdeckung der Steuerkanten durchfahren werden, was je nach Größe der Überdeckung am Steuerschieber (zu durchfahrendes Totband) und Dynamik des Vorsteuerventils zu Einbußen des Regel Ergebnisses führen kann, da das Durchfahren des überdeckten Bereichs eine gewisse Zeit benötigt.

Des Weiteren ist bekannt, Sicherheitsventile, in der Regel Sitzventile, zum Regelventil in Reihe zu schalten, um die Verbraucheranschlüsse bzw. die Druckversorgung vom Regelventil zu entkoppeln. Zusätzlich in Reihe geschaltete Sitzventile kosten Bauraum. Sie müssen entsprechend groß dimensioniert sein, da sie an den maximalen Volumenstrom des Regelventils angepasst werden müssen. In der Regel sind sie noch eine Nenngroße höher gewählt, um die Druck- und somit Energieverluste im Betrieb gering zu halten. Nachteilig ist, dass je nach Schaltdynamik des Regelventils Dichtungen des Sitzventils stark beansprucht werden können, was Wartungskosten und -zeiten in die Höhe treibt. Außerdem stellen zusätzliche Sitzventile einen weiteren Kostenfaktor dar.

Ein anderer bekannter Ansatz ist die Verwendung von separaten Regelventilen, um die beiden Anschlüsse des Aktuators getrennt voneinander zu steuern / regeln. Entsprechend kann für jedes der separaten Regelventile eine individuelle Failsafe-Lage eingestellt werden, wie es die Applikation erfordert – der Nachteil dieser Lösung ist, dass zwei oder mehr Regelventile benötigt werden, was die Lösung teuer macht. Außerdem ist die regelungstechnische Ansteuerung komplexer.

Ausgehend vom bekannten Stand der Technik ist es **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung ein Regelventil mit Steuerkanten bereitzustellen, die die im Stand der Technik vorliegenden Nachteile mindestens teilweise überwindet.

Insbesondere ist es eine Aufgabe einen Stellmechanismus in ein vorhandenes Regelventil zu integrieren, welcher zum einen im (Regel-)Betrieb eine geringe relative Überdeckung zwischen den Steuerkanten P-A und A-T ermöglicht, sodass eine präzise Regelung ermöglicht wird und zum anderen im Stillstand (Failsafe-Fall, wo der A-Anschluss bereits von einer überdeckten P-A Kante von der Druckversorgung P getrennt ist) zusätzlich den A-Anschluss vom T-Anschluss trennt, d.h. eine ausreichende Überdeckung aufweist, sodass ein Achs-Stillstand bzw. eine hinreichend kleine Achsbewegung gewährleistet ist.

Diese **Aufgabe** wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung beschrieben.

Ein Regelventil mit schaltbarer Steuerkante kann einen Ventilkörper und eine Endkappe mit Betätigungskolben umfassen. Der Ventilkörper kann mit einem ersten Steuerschieber und zumindest einen ersten und zweiten Steueranschluss und zumindest einer Steuerkante ausgebildet sein. Dabei kann der erste Steuerschieber eine axiale Bohrung aufweisen und in der axialen Bohrung kann ein zweiter Steuerschieber ausgebildet sein.

Ein Regelventil kann ein Ventil sein, insbesondere ein Hydroventil, das die Druckflüssigkeit über den Durchflussweg, Richtung und Betrag des Volumenstroms oder den Flüssigkeitsdruck beeinflusst. Gemäß der Offenbarung handelt es sich um ein Wegeventil mit dem Aufbau und der Gestaltung der Wirkfläche (Dichtfläche) eines Schieberventils mit der Wirkbewegung eines Längsventils.

Eine Steuerkante kann eine bewegliche Kante in einem Ventil sein, die den Durchfluss von Flüssigkeiten oder Gasen zwischen den Anschlüssen am Ventil regelt. Sie wird durch eine Kraft, z. B. einen Hebel oder einen elektrischen und/oder pneumatischen Antrieb, betätigt und wirkt durch das Öffnen oder Schließen eines Durchflusskanals zwischen zwei Steueranschlüssen im Ventilkörper. Insbesondere ist die bewegliche Kante eine Fläche des ersten und/oder zweiten Steuerschiebers, die eine Öffnung eines Durchflusskanals eines und/oder mehrerer Steueranschlüsse des Ventilkörpers abdecken kann und dadurch einen Durchgang bzw. einen Durchflussweg zwischen Steueranschlüssen teilweise oder vollständig freigibt und/oder sperrt. Erfindungsgemäß bilden der Ventilkörper und die Steuerschieber aufeinander abgestimmte Steuerkanten, die koaxial zueinander verschiebbar sind, so dass bei gegenüberliegender Anordnung der jeweiligen Öffnungen der Steueranschlüsse im Ventilkörper ein Durchflussweg entsteht und/oder eine Drosselung erfolgt. Ein Regelventil gemäß der Offenbarung kann zumindest drei Steuerkanten umfassen.

Eine erste Steuerkante kann eine von hydraulisch vorgesteuerten 4/3-Wegeventilen bekannte Steuerkante in Kolben-Längsschieberbauart sein, die den Durchfluss zwischen den Steueranschlüssen A und T regelt. Eine erste Steuerkante kann eine erste A-T Steuerkante sein, die auch als A-T1 Steuerkante bezeichnet werden kann.

- 5 Eine zweite Steuerkante kann eine neuartige Steuerkante gemäß der Offenbarung sein, die zusätzlich zur ersten Steuerkante den Durchfluss zwischen den Steueranschlüssen A und T regelt. Die zweite Steuerkante kann eine zweite A-T Steuerkante sein, die auch als A-T2 Steuerkante bezeichnet werden kann.

- 10 Erfindungsgemäß korrespondiert die dritte Steuerkante mit einer ersten Steuerkante und kann durch eine axiale Verschiebung des ersten Steuerschiebers derart angesteuert werden, dass die dritte Steuerkante den einen Durchgang zwischen den Steueranschlüssen P und A teilweise bis vollständig freigibt und/oder entsprechend teilweise bis vollständig verschließt. Hierdurch kann der Durchfluss zwischen den beiden Steueranschlüssen P und A gesteuert und geregelt werden. Eine dritte Steuerkante kann
15 auch als P-A Steuerkante bezeichnet werden.

Eine vierte Steuerkante kann eine Steuerkante sein, die den Durchfluss zwischen den Steueranschlüssen P und B regelt. Die vierte Steuerkante kann als P-B Steuerkante bezeichnet werden.

- 20 Eine fünfte Steuerkante kann eine Steuerkante sein, die den Durchfluss zwischen den Steueranschlüssen B und T regelt. Die fünfte Steuerkante kann als B-T Steuerkante bezeichnet werden.

- Eine Steuerkante kann schaltbar sein. Eine schaltbare Steuerkante kann durch Betätigung und Einstellung des ersten und/oder zweiten Steuerschiebers die Durchflusswege zwischen den Steueranschlüssen im Ventilkörper freigeben und/oder
25 sperren. Dies kann offenbarungsgemäß durch einen elektrischen, pneumatischen oder hydraulischen und/oder piezoelektrischen bzw. magnetostriktiven Antrieb erfolgen. Eine schaltbare Steuerkante kann eine schnelle Reaktion auf Änderungen im System und eine präzise Steuerung des Durchflusses von Flüssigkeiten oder Gasen ermöglichen, indem sie präzise von einer Stellung in eine andere Stellung geschaltet werden kann und in der
30 aktiven Stellung einen Nullschnitt zwischen den Regelkanten P-A und A-T ermöglicht.

Ein Steueranschluss eines Regelventils gemäß der Offenbarung kann ein Anschluss im Ventilkörper sein. Der Steueranschluss kann in einem Ringkanal im Ventilkörper münden. An einen Steueranschluss kann beispielsweise die Leitung einer Druckversorgung X eines Vorsteuerventils, und/oder der Rücklauf Y zum Tank, und/oder

die Druckversorgung P des Ventilkörpers, und/oder einen weiteren Rücklauf T zum Tank und/oder zumindest einen Arbeitsanschluss A, B angeschlossen werden.

Einer erster Steueranschluss kann ein T-Steueranschluss sein. Ein zweiter Steueranschluss kann ein A-Steueranschluss sein. Ein dritter Steueranschluss kann ein P-Steueranschluss sein. Ein vierter Steueranschluss kann ein B-Steueranschluss sein. Ein B-seitiger T-Ringkanal kann ein Raum sein, der im Längsschnitt des Ventilkörpers, rechts vom B-Steueranschluss über einen Kanal, insbesondere einer Tankbrücke, mit dem ersten Steueranschluss verbunden ist. Dieser Kanal kann ein B-seitiger T-Kanal sein.

Ein erster und ein zweiter Steuerschieber gemäß der Offenbarung kann ein hydraulischer Steuerschieber sein. Die Steuerschieber können in Wegeventilen vom Typ Schieberventil verwendet werden. Der zweite Steuerschieber kann gemäß der Offenbarung innerhalb des ersten Steuerschiebers ausgebildet sein. Die Betätigungsrichtung der beiden Steuerschieber erfolgt coaxial entlang ihrer Längsachsen, so dass die jeweiligen Steuerkanten der Steuerschieber die Öffnungen der Steueranschlüsse im Ventilkörper je nach Stellung des verschobenen Steuerschiebers ganz, teilweise und/oder gar nicht verdecken.

Der erste und der zweite Steuerschieber können jeweils mindestens zwei Kolbenabsätze zum Kolbenschaft umfassen, welche die Steuerkanten am Steuerschieber ausbilden. Der erste Steuerschieber kann einen ersten und zweiten Kolbenabsatz ausbilden. Der erste Steuerschieber kann darüber hinaus einen dritten Kolbenabsatz ausbilden. Des Weiteren kann der erste Steuerschieber einen vierten Kolbenabsatz ausbilden. Der zweite Steuerschieber kann ebenfalls einen ersten Kolben- und zweiten Kolbenabsatz ausbilden. Je nach Stellung des ersten und/oder des zweiten Steuerschiebers können die Kolbenabsätze Steueranschlussöffnungen im Ventilkörper abdecken und so den Durchfluss zwischen den Steueranschlüssen regulieren. Die Kolbenabsätze der Steuerschieber können in einem Anschlussbereich der Steueranschlüsse angeordnet sein. Ein Kolbenabsatz eines Steuerschiebers, der je nach Einstellung eine Steueranschlussöffnung abdeckt, kann mit dieser Öffnung des Ventilkörpers eine Steuerkante bilden.

Eine axiale Bohrung ist eine Bohrung im Ventilkörper und im ersten Steuerschieber entlang einer Längsachse des ersten Steuerschiebers, so dass der erste Steuerschieber in der Bohrung des Ventilkörpers und der zweite Steuerschieber in der Bohrung des ersten Steuerschiebers verschiebbar aufgenommen ist. Die Bohrung kann im Steuerschieber mittig zentriert sein.

Ferner kann gemäß der Offenbarung das Regelventil mit schaltbarer Steuerkante eine Endkappe mit Betätigungskolben aufweisen. In diesem Fall kann der Betätigungskolben so ausgebildet sein, dass er in die axiale Bohrung eingreift und darüber hinaus so ausgebildet ist, dass er den zweiten Steuerschieber in der axialen Bohrung des ersten Steuerschiebers verschiebt.

Dadurch kann eine zweite Steuerkante zwischen den Steueranschlüssen T und A angesteuert werden. Die zweite Steuerkante kann dazu führen, dass das offenbarte Regelventil die Funktionalität von zwei Ventilen kombiniert. Einerseits kann bei aktivierten Failsafe-Ventilen ein Nullschnitt-Verhalten und damit eine gute Regelbarkeit der an das Ventil angeschlossenen Achse sichergestellt werden, andererseits kann bei deaktivierten Failsafe-Ventilen die Leckage auf ein Minimum, das der Spaltleckage entsprechen kann, reduziert werden. Ein zweites, in Reihe nachgeschaltetes (Sitz-)Ventil kann überflüssig werden. Dies kann zu Kosten-, Service- /Wartungs- und Bauraumeinsparungen führen. Außerdem muss diese Komponente nicht als Ersatzteil vorgehalten werden. Gemäß der Offenbarung kann ein sonst üblicherweise in Reihe (nach-/)geschaltetes zweites (Sitz-)Ventil, das einen (stetigen) Druckverlust verursachen kann, entfallen. Ein Regelventilsystem mit dem Regelventil gemäß der Offenbarung kann energieeffizienter sein als die aus dem Stand der Technik bekannte Kombination aus Regelventil und in Reihe geschaltetem (Sitz-)Ventil.

Zwischen dem Betätigungskolben und dem zweiten Steuerschieber kann ein Verbindungselement ausgebildet sein. Damit können Achs- und Winkelversätze ausgeglichen werden.

Ein Verbindungselement kann eine Ausgleichsstange und zumindest zwei Kontermuttern umfassen. Eine erste Kontermutter kann gegen den zweiten Steuerschieber gekontert werden. Eine zweite Kontermutter kann gegen einen Betätigungskolben gesichert werden. Die zweite Kontermutter kann als ein mechanischer Anschlag ausgebildet und gehärtet sein. Das Verbindungselement zwischen dem Betätigungskolben und zweitem Steuerschieber kann eine Kupplungsfunktion erfüllen und deshalb ein Kupplungselement sein.

Dadurch kann ein herstellungsbedingter axialer Versatz des Betätigungskolbens und des im ersten Steuerschieber laufenden zweiten Steuerschiebers ausgeglichen werden.

Des Weiteren kann der Ventilkörper und der erste Steuerschieber des Regelventils eine erste (A-T1) und zweite Steuerkante (A-T2) ausbilden. Dabei kann eine geringe relative Überdeckung zwischen der zweiten Steuerkante (A-T2) und einer dritten Steuerkante (P-

A) ausgebildet sein. Die erste Steuerkante (A-T1) kann eine ausreichende Überdeckung aufweisen.

Der zweite Steuerschieber kann auch so ausgebildet sein, dass er die zweite Steuerkante (A-T2) unabhängig vom ersten Steuerschieber ansteuert, d.h. öffnet oder schließt. Damit

5 kann gemäß der Offenbarung ein präziser Stellmechanismus mittels der zweiten Steuerkante (A-T2) in das Regelventil integriert werden. Gleichzeitig kann im Stillstand (Failsafe-Fall) ein Strömungspfad von einem Steueranschluss zum nächsten Steueranschluss verhindert werden, indem die erste Steuerkante (A-T1) ausreichend überdeckt wird und somit eine einfahrende Driftbewegung einer Achse, beispielsweise
10 einer Spritzgießmaschine, verhindert werden.

Ein Strömungspfad kann zwischen zumindest zwei Steueranschlüssen ausgebildet werden und von einer Steuerkante derart beeinflusst werden, dass eine Regelung der Durchflussmenge stattfinden kann.

Eine Überdeckung kann gemäß der Offenbarung eine positive Überdeckung, eine
15 Nullüberdeckung oder eine negative Überdeckung sein. Eine positive Überdeckung kann die Steuerkantenlage eines Kolbenabsatzes des ersten und/oder zweiten Steuerschiebers beschreiben, dessen Länge größer ist als die Breite der Öffnung des Ringkanals der Steueranschlüsse im Gehäuse des Ventilkörpers.

Die Überdeckung bezieht sich auf den Gesamthub des ersten bzw. zweiten
20 Steuerschiebers in Mittelstellung bzw. Endauslage und kann in Prozent [%] angegeben werden.

Die Nullüberdeckung (Nullschnitt) kann gekennzeichnet sein durch die bündige Lage der Steuerkanten der Kolbenabsätze der jeweils beiden Steuerschieber und der Ringkanäle der Steueranschlüsse im Gehäuse des Ventilkörpers. Die Nullüberdeckung von
25 Steuerkanten kann sehr kurze Stell- oder Reaktionszeiten an dem am Regelventil angeschlossenen Aktuator verwirklichen, da der Öffnungsquerschnitt des Ringkanals der jeweiligen Steueranschlüsse im Ventilkörper ohne Verzögerung freigegeben wird und nur kleine Stellwege zum Aussteuern und Regeln erforderlich sind.

Die negative Überdeckung kann die Steuerkantenlänge eines Kolbenabsatzes des
30 jeweiligen Steuerschiebers beschreiben, dessen Länge kleiner ist als die Breite des Ringkanals der Steueranschlüsse im Gehäuse des Ventilkörpers. Eine negative Überdeckung kann eine Unterdeckung sein.

Eine geringe Überdeckung kann vorliegen, wenn die Überdeckung einer einzelnen Steuerkante zwischen 0 % und 5 % liegt. Eine geringe Überdeckung von 0 % kann ein Nullschnitt sein.

Eine relative Überdeckung kann das Verhältnis zwischen zwei Überdeckungen sein.

- 5 Beispielsweise wird eine Summe aus der Überdeckung einer Steuerkante und der Überdeckung einer weiteren Steuerkante gebildet. Diese Summe kann eine relative Überdeckung ergeben.

- 10 Die relative Überdeckung kann eine geringe relative Überdeckung sein, wenn die Summe zwischen 0 % und 10 % liegt. Die zweite Steuerkante (A-T2) kann eine solche geringe relative Überdeckung mit der dritten Steuerkante (P-A) bilden.

- Eine große Überdeckung einer einzelnen Steuerkante kann 10 % und mehr betragen. Eine ausreichende Überdeckung und/oder eine ausreichend große Überdeckung kann zwischen 10 % und 20 % liegen. Die erste Steuerkante (A-T1) kann eine solche große Überdeckung und/oder ausreichende Überdeckung aufweisen. Die dritte Steuerkante (P-A) kann auch eine große Überdeckung aufweisen. Eine große und/oder ausreichend große Überdeckung gewährleistet das Anhalten bzw. eine hinreichend kleine Bewegung einer Achse / eines Aktuators, z.B. einer Einspritzeinheit im Failsafe-Fall. Die P-A Steuerkante (dritte Steuerkante) kann eine große Überdeckung aufweisen.
- 15

- 20 Erfindungsgemäß ist eine negative Überdeckung und/oder Unterdeckung einer einzelnen Steuerkante kleiner als 0 %. Die fünfte Steuerkante (B-T Steuerkante) kann eine derartige Unterdeckung aufweisen.

- Die zweite Steuerkante (A-T2 Steuerkante) kann einen einstichförmigen Ringkanal aufweisen. Der einstichförmige Ringkanal kann in den Kolbenabsatz eingearbeitet sein. Die zweite Steuerkante kann stattdessen und/oder zusätzlich ein oder mehrere über den Umfang verteilte Steuerfenster aufweisen.
- 25

- Der einstichförmige Ringkanal und das / oder die Steuerfenster sind jeweils am Eingang und Ausgang einer Querbohrung des ersten Steuerschiebers ausgebildet. Beide können unterschiedliche Formen haben. So kann der einstichförmige Ringkanal beispielsweise einen rechteckigen oder einen Querschnitt mit abgerundeten Ecken am Grund aufweisen. Im Fall von Steuerfenstern können diese ebenfalls unterschiedliche Querschnitts-Formen aufweisen, z.B. rechteckig, dreieckig, rund oder T-förmig.
- 30

Der Ringkanal bzw. das/die Steuerfenster können fertigungstechnisch axial exakt auf die dritte Steuerkante (A-T2) im Ventilkörper anwendungsspezifisch angepasst werden,

insbesondere auf die dritte Steuerkante (P-A). Dadurch kann die zweite Steuerkante (A-T2) eine präzise Regelung ermöglichen. Darüber hinaus kann die zweite Steuerkante (A-T2) gemäß der Offenbarung im Failsafe-Fall den Steueranschluss A vom Steueranschluss T trennen, da die zweite Steuerkante (über den inneren zweiten Steuerschieber
5 schaltbar ist) und die erste Steuerkante (A-T1) zusammen in eine Stellung gebracht werden können, so dass von außen betrachtet eine ausreichende Überdeckung an der ersten (A-T1), zweiten (A-T2) und dritten (P-A) erreicht werden kann, um den Stillstand bzw. eine hinreichend kleine Bewegung der Achse zu gewährleisten.

Die Ringnut bzw. das/die Steuerfenster der zweiten Steuerkante (A-T2) kann über
10 mindestens eine erste Querbohrung mit der axialen Bohrung im ersten Steuerschieber verbunden sein.

Die erste Querbohrung kann in einem ersten Kolbenabsatz von mehreren Kolbensätzen des ersten Steuerschiebers ausgebildet sein. Der erste Kolbenabsatz kann mehrere erste Querbohrungen aufweisen. Die erste(n) Querbohrung(en) kann/können senkrecht zur
15 Längsachse der axialen Bohrung des ersten Steuerschiebers ausgebildet sein. In einem Längsschnitt durch den Ventilkörper des Regelventils ist der erste Kolbenabsatz des ersten Steuerschiebers am weitesten links ausgebildet. Die zweite Steuerkante (A-T2) kann in dem ersten Kolbenabsatz angeordnet sein.

Durch die erste(n) Querbohrung(en) kann/können die zweite Steuerkante (A-T2) im
20 ersten Kolbenabsatz gebildet werden. Somit kann/können die erste(n) Querbohrung(en) dazu führen, dass das offenbarte Regelventil die Funktionalität von zwei Ventilen kombiniert. Einerseits kann bei aktivierten Failsafe-Ventilen ein Nullschnitt-Verhalten und damit eine gute Regelbarkeit der an das Ventil angeschlossenen Achse sichergestellt werden, andererseits kann bei deaktivierten Failsafe-Ventilen die Leckage
25 auf ein Minimum, das der Spaltleckage entsprechen kann, reduziert werden. Ein zweites, in Reihe nachgeschaltetes (Sitz-)Ventil kann überflüssig werden. Dies kann zu Kosten-, Service- /Wartungs- und Bauraumeinsparungen führen. Außerdem muss diese Komponente nicht als Ersatzteil vorgehalten werden. Gemäß der Offenbarung kann ein sonst üblicherweise in Reihe (nach-/)geschaltetes zweites (Sitz-)Ventil, das einen
30 Druckverlust bzw. stetigen Druckverlust verursachen kann, entfallen. Ein Regelventilsystem mit dem Regelventil gemäß der Offenbarung kann energieeffizienter sein als die aus dem Stand der Technik bekannten Kombination aus Regelventil und in Reihe geschaltetem (Sitz-)Ventil.

Der erste Steuerschieber kann zumindest eine zweite Querbohrung im Anschlussbereich
35 eines zweiten Steueranschlusses (A) des Ventilkörpers ausbilden. Zusätzlich kann die

zumindest eine zweite Querbohrung mit der axialen Bohrung des ersten Steuerschiebers verbunden sein.

Ein Anschlussbereich kann ein Teil des Ventilkörpers sein, durch den Flüssigkeiten oder Gase ein-/ausgeströmt werden können. Anschlussbereiche können am Ventilkörper
5 außen ausgebildet sein und haben einen definierten Anschlussdurchmesser, um eine feste Verbindung mit Steuerblöcken, Rohren, Behältern oder anderen Systemkomponenten zu ermöglichen. Die Anschlüsse können verschiedene Formen haben, einschließlich Gewinde, Flansche oder Steckanschlüsse. Der Anschlussbereich kann derart gestaltet sein, dass sich der Anschlussbereich in den Ventilkörper hinein
10 erstreckt.

Das kann dazu führen, dass die zweite Steuerkante (A-T2) im ersten Kolbenabsatz des ersten Steuerschiebers über die axiale Bohrung mit der zweiten Querbohrung verbunden ist. Die zweite Querbohrung kann in einem zweiten Kolbenabsatz des ersten
15 Steuerschiebers einen Strömungseinlass darstellen, jedoch auch alternativ eine weitere Steuerkante zum zweiten Steuerschieber (der Teil eines inneren Systems des ersten Steuerschiebers ist) ausbilden. Diese alternative weitere Steuerkante kann in ihrer Funktion den Durchfluss zwischen den Steueranschlüssen A und T über die zweite Steuerkante (A-T2) einstellen.

Gemäß der Offenbarung kann der Betätigungskolben dazu ausgebildet sein, mittels des
20 zweiten Steuerschiebers einen Strömungspfad über die zweite Steuerkante (A-T2) zu steuern.

Der Ausdruck „über die zweite Steuerkante“ kann bedeuten, dass der Strömungspfad von einem Steueranschluss zu einem anderen Steueranschluss freigegeben wird. Dazu kann die axiale Verschiebung des ersten und/oder zweiten Steuerschiebers dazu führen,
25 dass die entsprechende Steuerkante den Strömungspfad zwischen zwei Steueranschlüssen freigibt und somit die Durchflussmenge reguliert.

Dies kann zu einer präzisen Regelung des offenbarten Regelventils führen, da im Regelbetrieb eine geringe relative Überdeckung zwischen der zweiten Steuerkante (A-T2) und der dritten Steuerkante (P-A) realisiert wird. Im Failsafe-Fall hingegen kann der
30 Steueranschluss A vom Steueranschluss T getrennt werden, indem die erste Steuerkante (A-T) sowie die dritte Steuerkante (P-A) eine ausreichend große Überdeckung erreichen und somit einen Achs-Stillstand bzw. eine hinreichend kleine Achsbewegung gewährleistet werden kann.

Zum hydraulischen Ausgleich kann der zweite Steuerschieber zwei Flächen mit gleich großen Wirkflächen aufweisen.

Die Flächen können ring- bzw. kreisförmig ausgebildet sein. Die Flächen können jeweils an einem Kolbenabsatz des zweiten Steuerschiebers ausgebildet sein.

- 5 Ein Lastdruck der an dem zweiten Steueranschluss (A) anliegt kann somit nicht dazu führen, dass der zweite Steuerschieber ungewollt betätigt wird. Dies kann wiederum eine präzise Regelung des Regelventils gemäß der Offenbarung ermöglichen. Im Failsafe-Fall kann der zweite Steueranschluss (A) vom ersten Steueranschluss (T) getrennt werden, indem die erste Steuerkante (A-T1) sowie die zweite Steuerkante (P-A) eine ausreichend
10 große Überdeckung erreichen und somit einen Achs-Stillstand bzw. eine hinreichend kleine Achsbewegung im Failsafe-Fall gewährleistet werden kann.

Gemäß der Offenbarung kann die axiale Bohrung des ersten Steuerschiebers eine Kammer mit einer inneren Druckfeder umfassen.

- 15 Die Kammer kann im Längsschnitt des Ventilkörpers in Verlängerung des rechten Endes der axialen Bohrung ausgebildet sein. Ein hinterer Teil der axialen Bohrung kann die Kammer umfassen. Die Kammer kann im ersten Steuerschieber auf einer Höhe zwischen einem zweiten und dritten Kolbenabsatz des ersten Steuerschiebers angebracht sein. Die Kammer kann in Höhe des dritten Anschlusses (P) ausgebildet sein.

- 20 Dies kann dazu dienen eine Feder aufzunehmen und in einer Endstellung des ersten und/oder zweiten Steuerschiebers einen Anschlag für den zweiten Steuerschieber zu bilden. Dies kann eine präzise Regelung des Regelventils der Offenbarung ermöglichen. Im Failsafe-Fall kann der Steueranschluss A vom Steueranschluss T getrennt werden, indem die erste Steuerkante (A-T1) und die zweite Steuerkante (P-A) eine ausreichend große Überdeckung erreichen und somit ein Achs-Stillstand bzw. eine hinreichend
25 Achsbewegung gewährleistet werden kann.

- Gemäß der Offenbarung kann coaxial zu der axialen Bohrung eine axiale Entlastungsbohrung ausgebildet sein. Dabei kann der erste Steuerschieber im Bereich des B-seitigen T-Kanals zumindest eine dritte Querbohrung aufweisen, die mit der axialen Entlastungsbohrung verbunden ist. Der B-seitige T-Kanal und die dritte
30 Querbohrung können einen Leckage-Strömungspfad bilden.

Die dritte Querbohrung gemäß der Offenbarung kann senkrecht zur axialen Entlastungsbohrung ausgebildet sein. Die dritte Querbohrung kann die Leckage aus dem inneren System (der Kammer der axialen Bohrung des ersten Steuerschiebers) ableiten.

Das kann eine präzise Regelung und Ansteuerung des Regelventils ermöglichen und zusätzlich kann im Stillstand (Failsafe-Fall) einen Durchfluss von einem Steueranschluss (A) zum nächsten Steueranschluss (T) verhindert werden, indem die erste Steuerkante (A-T1) ausreichend überdeckt wird. Das kann, gemeinsam mit der im Failsafe-Fall

5 überdeckten dritten Steuerkante (P-A) einen Achsstillstand bzw. eine hinreichend kleine Achsbewegung gewährleisten.

Es kann vorgesehen sein, dass der zweite Steuerschieber an seiner rechten Stirnfläche einen Schlitz ausbildet. Dieser Schlitz kann Leckage ableiten.

Die rechte Stirnfläche kann in einem zweiten Endbereich des zweiten Steuerschiebers

10 ausgebildet sein. Eine linke Stirnfläche des zweiten Steuerschiebers kann in einem ersten Endbereich des zweiten Steuerschiebers ausgebildet sein. Die linke Stirnfläche und die rechte Stirnfläche können an entgegengesetzten Endbereichen des zweiten Steuerschiebers ausgebildet sein.

Der Schlitz kann im geblockten Zustand ermöglichen, dass Leckage aus der Kammer aus

15 der axialen Bohrung abgeführt werden kann. Auf diese Weise wird verhindert, dass sich über Leckage-Volumenströme ein Druck in der Kammer des ersten Steuerschiebers aufbauen kann und den zweiten Steuerschieber ungewollt öffnet. Somit kann das offenbarte Regelventil einen präzisen Stellmechanismus ermöglichen und im Failsafe-Fall den zweiten Steueranschluss (A) vom ersten Steueranschluss (T) trennen. In diesem Fall

20 kann die Leckage über den Schlitz abgeführt werden und trotzdem einen Achs-Stillstand gewährleistet werden.

Die Endkappe kann ein Ventil und einen Federraum umfassen. Der Federraum kann eine Druckfeder und einen Anschlag umfassen.

Der Federraum und die Endkappe können in einem Längsschnitt des Ventilkörpers an

25 einem ersten Ende des Ventilkörpers linksseitig angebracht. Je nach Anwendung kann die Endkappe und der Federraum auch rechtsseitig am Ventilkörper des offenbarten Regelventils angebracht werden.

Die Endkappe kann mittels des Betätigungskolben einen präzisen Stellmechanismus in dem offenbarten Regelventil ermöglichen. Durch die präzise Regelung kann im Failsafe-

30 Fall der zweite Steueranschluss (A) vom ersten Steueranschluss (T) getrennt werden indem die erste Steuerkante (A-T1) sowie die dritte Steuerkante (P-A) eine ausreichende Überdeckung ausbilden, um einen Achs-Stillstand bzw. eine hinreichend kleine Achsbewegung zu gewährleisten.

Der Federraum der Offenbarung kann mit dem Ventilkörper über eine Entlastungsbohrung verbunden sein.

Die Entlastungsbohrung kann aus dem Federraum herausführen und kann am Ventilkörper enden, in welchem die Entlastungsbohrung weitergeführt werden kann.

- 5 Dadurch kann ein vollständiger Durchgang gebildet werden und ermöglicht einen Strömungspfad in Richtung eines Tanks über den T-Steueranschluss.

Der Federraum kann somit in Richtung Tank ständig entlastet sein und die präzise Steuerung des Regelventils kann gewährleistet werden.

- 10 Das Regelventil der Offenbarung kann als Einspritzregelventil zum Steuern einer Einspritzeinheit einer Spritzgießmaschine verwendet werden.

Im Regelbetrieb kann eine präzise Steuerung der Spritzgießmaschine ermöglicht werden und im Failsafe-Fall ein sicherer Maschinenzustand der Spritzgießmaschine, insbesondere ein Achs-Stillstand, erreicht werden.

- 15 Ein Regelventilsystem kann ein Vorsteuerventil, ein bzw. zwei Failsafe-Ventil(e) und ein Regelventil der Offenbarung umfassen. Ein Failsafe-Ventil kann ein Sicherheitsventil sein.

- 20 Der Vorteil ist, dass sowohl im Regelbetrieb eine geringe relative Überdeckung zwischen der zweiten (A-T2) und dritten (P-A) Steuerkante ermöglicht wird, was zu einer präzisen Steuerung führt und zum anderen im Failsafe-Fall den A-Anschluss vom T-Anschluss trennt, d.h. die erste Steuerkante (A-T1) und dritte Steuerkante (P-A) eine ausreichende Überdeckung aufweist, und somit einen sicheren Maschinenzustand des Regelventilsystem im Failsafe-Fall ermöglicht.

- 25 Das Regelventilsystem kann bei aktivierten Failsafe-Ventilen eine präzise Regelbarkeit der Achse der Spritzgießmaschine sicherstellen. Bei deaktivierten Failsafe-Ventilen kann das Regelventilsystem Leckage auf ein Minimum, das der Spaltleckage entsprechen kann, reduzieren und einen Achs-Stillstand bzw. eine hinreichend kleine Achsbewegung im Failsafe-Fall gewährleisten. Das Regelventilsystem mit dem Regelventil gemäß der Offenbarung kann energieeffizienter sein als die aus dem Stand der Technik bekannten Regelventile.

- 30 Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, sofern sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere mögliche Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen

Merkmale der Erfindung. Insbesondere wird dabei der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserung oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der vorliegenden Erfindung hinzufügen.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren
5 der Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

Figur 1 Regelventil Stand der Technik

Figur 2 Anwendungsbeispiel im Stand der Technik

Figur 3 Volumenstrom-Signalfunktion eines Regelventils im Stand der Technik

10 **Figur 4** Schematische Darstellung eines Regelventils im Regelbetrieb im Stand der Technik mit Nullschnitt

Figur 5 Schematische Darstellung eines Regelventils in Failsafe-Lage im Stand der Technik mit Überdeckung und Unterdeckung

Figur 6 Schematische Darstellung des Regelventils gemäß der Offenbarung im Regelbetrieb mit geöffnetem zweiten Steuerschieber

15 **Figur 7** Schematische Darstellung des Regelventils gemäß der Offenbarung in Failsafe-Lage mit geschlossenem zweiten Steuerschieber

Figur 8 Volumenstrom-Signalfunktion eines Regelventils gemäß der Offenbarung

Figur 9 Schematische Darstellung des Regelventils gemäß der Offenbarung in Failsafe-Lage mit geschlossenem zweiten Steuerschieber

20 **Figur 10** Schematische Darstellung des Regelventils gemäß der Offenbarung in Regelung

Figur 11 Schematische Darstellung des Regelventils gemäß der Offenbarung in geregelter negativer Endauslage

25 **Figur 12** Schematische Darstellung des Regelventils gemäß der Offenbarung in geregelter positiver Endauslage

Figur 13 Alternatives Regelventil gemäß der Offenbarung in geregelter negativer Endauslage

Figur 14 Ausschnitt einer schematischen Darstellung der linken Endkappe des Regelventils aus Figur 17 gemäß der Offenbarung

Figur 15 Weitere schematische Darstellung des Regelventils im Failsafe-Fall

Figur 16 Schematische Darstellung des Regelventilsystems gemäß der Offenbarung mit Ventilelektronik und Wegmesssystem in Failsafe-Lage mit geschlossenem zweiten Steuerschieber

Figur 17 Schematische Darstellung des Regelventilsystems gemäß der Offenbarung mit Ventilelektronik und Wegmesssystem in Regelung

Figur 18 Schematische Darstellung des Regelventilsystems gemäß der Offenbarung mit Ventilelektronik und Wegmesssystem in geregelter positiver Endauslage

Figur 19 Schematische Darstellung des Regelventilsystems gemäß der Offenbarung mit Ventilelektronik und Wegmesssystem

Die beiliegenden Zeichnungen sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erklärung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

In den Figuren der Zeichnung sind gleiche, funktionsgleiche, und gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten – sofern nichts anderes ausgeführt ist – jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen. Insbesondere bauen **Figuren 6 bis 14** aufeinander auf weshalb gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten - sofern nichts anderes ausgeführt ist – der Übersichtshalber nicht vollständig mit Bezugszeichen versehen sind. Ein Fachmann erkennt allerdings, dass es sich um gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten handelt und kann die entsprechenden Bezugszeichen aus der vorangegangenen Figur ergänzen.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Beschreibung der Erfindung und die Ausführungsbeispiele grundsätzlich nicht einschränkend in Hinblick auf eine bestimmte physikalische Realisierung der Erfindung zu verstehen sind. Alle in Verbindung mit einzelnen Ausführungsformen der Erfindung erläuterten und gezeigten Merkmale können in unterschiedlicher Kombination in dem erfindungsgemäßen Gegenstand vorgesehen sein, um gleichzeitig deren vorteilhafte Wirkungen zu realisieren.

Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist durch die Ansprüche gegeben und wird durch die in der Beschreibung erläuterten und/oder den Figuren gezeigten Merkmale nicht beschränkt.

Figur 1 zeigt den schematischen Aufbau eines im Stand der Technik bekannten

5 vorgesteuerten 4/3-Wege Regelventils. Es besteht aus einem Ventilkörper 1, auch als Hauptstufe bekannt, einem optionalen Failsafe-Ventil 2, auch als Sicherheitsventil bekannt, und einem Vorsteuerventil 3. Im Ventilkörper 1 ist ein beweglicher Steuerschieber 4 untergebracht. Der Steuerschieber 4 in **Figur 1** bildet vier
10 Kolbenabsätze aus. Einen ersten Kolbenabsatz 31, einen zweiten Kolbenabsatz 32, einen dritten Kolbenabsatz 33 und einen vierten Kolbenabsatz 34. Der Ventilkörper 1 und die Kolbenabsätze 31, 32, 33, 34 des Steuerschiebers 4 in **Figur 1** weisen aufeinander abgestimmte Steuerkanten auf, bspw. die Steuerkanten 5 und 6 zwischen den Steueranschlüssen T und A. Hierbei bildet der Ventilkörper 1 eine feste Steuerkante 5
15 und der zweite Kolbenabsatz 32 des Steuerschiebers 4 eine bewegliche Steuerkante 6 aus, da der Steuerschieber im Ventilkörper 1 verschiebbar angeordnet ist. Je nach Stellung des Steuerschiebers 4 innerhalb des Ventilkörpers 1 gibt der zweite Kolbenabsatz 32 einen Strömungsweg zwischen den Steueranschlüssen T und A sowie zwischen A und P frei.

Bei abgeschaltetem Failsafe-Ventil 2 wird der Steuerschieber 4 durch Druckfedern 7 und
20 einen mechanischen Anschlag, in **Figur 1** dargestellt durch verstellbare Scheiben 8 in den Steuerräumen 12, 13, in eine vorgegebene Mittelstellung gedrückt und verschließt mit den Kolbenansätzen 31 -34 entsprechende Steueranschlüsse 9 (T, A, P, B) des Ventilkörpers 1.

Der Ventilkörper 1 besitzt folgende Steueranschlüsse 9:

- 25
- X – Druckversorgung des Vorsteuerventils 3 und ist optional
 - Y – Rücklauf bzw. Tankanschluss Vorsteuerventil 3, ebenfalls optional
 - P – Druckversorgung des Ventilkörpers 1
 - T – Rücklauf bzw. Tankanschluss Ventilkörper 1
 - A und B – Arbeitsanschlüsse, an welchen der Verbraucher, bspw. der
- 30 Einspritzzylinder 16 einer Einspritzeinheit 15 von einer Spritzgießmaschine, angeschlossen wird.

Am Ventilkörper 1 linkseitig angebracht befindet sich eine Endkappe mit Elektronik zum Steuern der Steuerräume 12 und 13. Die Endkappe umfasst ein Wegmesssystem 10 und

eine Ventilelektronik 11. Die Position des Steuerschiebers 4 wird mittels des Wegmesssystems 10 gemessen und von einer Ventilelektronik 11 geregelt.

Über das Vorsteuerventil 3 wird der linke Steuerraum 12 und der rechte Steuerraum 13 des Ventilkörpers 1 mit Volumenstrom und Druck beaufschlagt. Je nach elektrischer Ansteuerung des Vorsteuerventils 3 wird der Steuerschieber 4 nach links oder rechts aus der Mittelstellung ausgelenkt und gibt so entsprechende Strömungspfade P-A und B-T bzw. P-B und A-T frei.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Einspritzeinheit 15 mit einem Regelventil, das ein Einspritzregelventil 14 ist. In diesem Anwendungsbeispiel der Erfindung steuert das Regelventil 14 die Einspritzeinheit 15 einer Spritzgießmaschine. Wenn das Schutzgitter der Maschine geöffnet wird, tritt der Failsafe-Fall ein und das Regelventil muss in einen sicheren Zustand gebracht werden. Der Einspritzzylinder 16 soll in keinem Fall die Einspritzeinheit 15 nach vorne bewegen und dadurch ausfahren. Dies bedeutet, dass der Arbeitsanschluss des Regelventils, welcher mit der Zylinderkammer /-fläche 17 des Einspritzzylinders 16 verbunden ist, welche die Einspritzbewegung ermöglicht, auf keinen Fall mit Druck beaufschlagt werden darf.

Beim Plastifizieren der Kunststoffschmelze bzw. im Einrichtbetrieb wiederum wird durch die sich im Einspritzzylinder befindliche Kunststoffschmelze eine externe Kraft ausgeübt, welche diesen in eine der Einspritzbewegung entgegengesetzte Bewegung versetzt. In bestimmten Anwendungen bzw. vor allem im Einrichtbetrieb bei geöffneter Schutztüre ist diese Bewegung aus prozesstechnischen Gründen unerwünscht. Um diese Bewegung zu verhindern, muss der Volumenstrom, welcher von der Achse über das Regelventil in den Tank zurückfließen kann, abgesperrt / auf eine ausreichend geringe Menge reduziert werden.

Einspritzregelventile sind oft derart gestaltet, dass sie den Volumenstrom bzw. Druck der Kolbenseite des Einspritzzylinders steuern/regeln, welcher z.B. an den A-Steueranschluss 502 des Regelventils 1 angeschlossen ist. Ein Einspritzzyklus wird in folgende Phasen eingeteilt und ist beispielhaft in der Volumenstrom-Signalfunktion in Figur 3 dargestellt:

- „Einspritzen“ (über die P-A Steuerkante 20)
- „Druckregelung“ mit Dekompressionsphase (über die P-A Steuerkante 20 und A-T Steuerkante 21)
- „Plastifizieren“ (Nachsaugen über die B-T Steuerkante 22)
- „Rückzugsbewegung“ des Einspritzzylinders (über die P-B Steuerkante 23 und A-T Steuerkante 21)

Wichtig für den Prozess ist die Druckregelung mit Dekompressionsphase. Diese wird durch die geometrische Abstimmung der P-A Steuerkante 20 und A-T Steuerkante 21 maßgeblich beeinflusst.

Die Geometrie des Steuerschiebers 4 in **Figur 1**, d.h. Überdeckung der einzelnen Steuerkanten und daraus resultierende Volumenstrom-Signalfunktion, wird dabei für jeden Anwendungsfall angepasst.

Die Geometrie für das 4/3-Wege Regelventil aus **Figur 1** insbesondere die Überdeckung der Steuerkanten ist schematisch in **Figur 4 und 5** anhand von P1 bis P7 dargestellt. Der entsprechende anliegende Volumenstrom ist in den Kennlinien 201, 211, 221, 231, der Steuerkanten 20, 21, 22, 23 in **Figur 3** entsprechend an P1 bis P7 schematisch dargestellt. **Figur 4** zeigt einen Steuerschieber 4 des Stands der Technik im Regelbetrieb mit Nullschnitt P1 der Steuerkanten 20, 21, der eine gute Regelbarkeit ermöglicht. **Figur 5** zeigt den gleichen Steuerschieber 4 des Stands der Technik allerdings in einer Failsafe-Lage. Gegenüber der Position in **Figur 4** ist der Steuerschieber 4 nach rechts verschoben, sodass die P-A Steuerkante 20 überdeckt P5 ist, aber dafür die A-T Steuerkante 21 in eine unterdeckte Stellung P4 gelangt und der Durchgang zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 offenbleibt. Dies ist unerwünscht in der Failsafe-Lage und wird mit der schaltbaren Steuerkante gemäß der Offenbarung (**Figuren 6 bis 14**) verhindert. Aufgrund der unterdeckten Stellung P4 auf der Kennlinie 211, liegt, wie in **Figur 3** dargestellt, ein Volumenstrom an der A-T, Steuerkante 21 an und durch die überdeckte Stellung, P5 auf der x-Achse und Failsafe-Lage 25 der **Figur 3**, kein Volumenstrom an der P-A Steuerkante 20 an.

Im Regelbetrieb in **Figur 4** weist die P-A Steuerkante 20 zwischen den P- und A-Steueranschlüssen 502, 503 zusammen mit der A-T Steuerkante 21 zwischen den A- und T-Steueranschlüssen 502, 501 eine geringe relative Überdeckung auf. Insbesondere sind die Steuerkanten 20, 21 in **Figur 4** mit einem Nullschnitt P1 ausgebildet, weshalb die geringe relative Überdeckung aus den zwei Nullschnitten aus der Steuerkante 20, 21 wiederum in einen Nullschnitt resultiert. Die B-T Steuerkante 22 zwischen dem B Steueranschluss und des B-seitigen T-Kanals 505 ist weit unterdeckt, siehe P3 in **Figur 3, 4** und die P-B Steuerkante 23 zwischen den P- und B-Steueranschlüssen 503, 504 ist weit überdeckt, siehe auch P2 in **Figur 3, 4**. Wie durch P2 dargestellt ist in den **Figuren 3 und 4** ist die P-B Steuerkante 23 überdeckt, deshalb fließt auch kein Volumenstrom zwischen den P- und B-Steueranschlüssen 503, 504. Die sehr geringe relative Überdeckung der P-A und A-T Steuerkanten 20, 21, die in **Figur 4** mit Nullschnitt gezeigt sind, ist in **Figur 3 und 4** anhand von P1 gezeigt.

Die Geometrie des Steuerschiebers 4 der **Figuren 4, 5** ist auch in der Volumenstrom-Signalfunktion in **Figur 3** nachvollziehbar. **Figur 3** zeigt eine im Stand der Technik bekannte Volumenstrom-Signalfunktion für das Regelventil und dessen Steuerschieber 4 aus den **Figuren 1, 2 und 4,5** während eines Regelbetriebs. Die y-Achse in **Figur 3** zeigt den Volumenstrom Q in Liter pro Minute (Q [l/min]), während die x-Achse den Steuerschieberhub S darstellt, der den zurückgelegten Weg des Steuerschiebers 4 aus **Figur 1** in Prozent entspricht. Je größer der prozentuale Steuerschieberhub S , desto mehr Volumenstrom fließt durch die entsprechenden Durchgänge der Steueranschlüsse T, A, P, B, da diese durch die Steuerkanten 20, 21, 22, 23 durch eine Verschiebung des Steuerschiebers 4 freigegeben werden.

In **Figur 3** bedeutet -100 % eine negative Endauslage, die einer maximalen Verschiebung des Steuerschiebers 4 nach rechts im Ventilkörper 1 entspricht. Dem entsprechend bedeutet eine positive Endauslage +100 % eine maximale Auslenkung des Steuerschiebers 4 nach links im Ventilkörper 1. In der jeweiligen maximalen Auslenkung verhindern bspw. Anschläge am entsprechenden Ende eine weitere Auslenkung des Steuerschiebers 4.

In **Figur 3** ist auch der Steuerschieberhub S und somit die Überdeckung der Steuerkanten 20, 21, 22, 23 gezeigt, indem die Kennlinien 201, 211, 221, 231 den Volumenstrom wiedergeben, insbesondere während des Failsafe-Falls eines Regelventils im Stand der Technik. In der Failsafe-Lage 25 während des Failsafe-Falls nimmt der Steuerschieber 4 bei abgeschaltetem Failsafe-Ventil 2, das in **Figur 1** zwischen Vorsteuerventil 3 und Ventilkörper 1 angeordnet ist, eine definierte federzentrierte Lage ein. Diese Failsafe-Lage des Steuerschiebers 4 ist in **Figur 3** durch eine gestrichelte Linie 25 gekennzeichnet und schematisch in **Figur 5** verdeutlicht.

Der Steuerschieber 4 stellt sich über entsprechende einstellbare mechanische Anschläge 8 in den Steuerräumen 12, 13 in **Figur 1** so ein, dass die P-A Steuerkante 20 des Steuerschiebers 4 in **Figur 3** eine überdeckte Stellung einnimmt, siehe Kreuzungspunkt P5 auf x-Achse und gestrichelt dargestellter Failsafe-Lage 25 in **Figur 3**. Die A-T Steuerkante 21 nimmt folglich (durch die sehr geringe relative Überdeckung bzw. dem Nullschnitt der P-A und A-T Steuerkanten 20, 21 aus **Figur 4**) eine relativ zum Ventilkörper 1 gesehen unterdeckte Stellung ein, siehe Kreuzungspunkt P4 der Volumenstrom-Signalfunktion 211 mit Failsafe-Lage 25 in **Figur 3** und **Figur 5**. Während des Failsafe-Falls ist die B-T Steuerkante 22 zwischen dem B Steueranschluss und des B-seitigen T-Kanals 505 weiterhin unterdeckt, siehe P7 in **Figur 3, 5** und die P-B Steuerkante 23 zwischen den P- und B-Steueranschlüssen 503, 504 ist immer noch überdeckt, siehe auch P6 in **Figur 3, 5**

Dadurch wird die Kolbenfläche des Einspritzzylinders 17 in **Figur 1** nicht mehr mit Versorgungsdruck beaufschlagt. Das führt dazu, dass ein Ausfahren bspw. des Einspritzzylinders vermieden wird. Gleichzeitig kann über die offene A-T Steuerkante 21 Fluid vom Einspritzzylinder entweichen, wenn dieser eine externe Kraft erfährt, wie bspw. beim Plastifizieren oder im Einrichtbetrieb, wenn der Einspritzzylinder mit Kunststoffschmelze gefüllt ist.

Wie bereits erwähnt wird gemäß der Offenbarung ein Stellmechanismus in ein vorhandenes Regelventil integriert. Dazu soll eine gute Regelbarkeit im Regelbetrieb durch eine geringe relative Überdeckung zwischen den P-A und A-T Steuerkanten 20, 21 erreicht werden und im Failsafe-Fall auch eine Trennung des A-Steueranschlusses 502 vom T-Steueranschluss 501 und gleichzeitig vom P-Steueranschluss 503 durch überdeckt ausgebildete A-T und P-A Steuerkanten.

Bisher sind im Stand der Technik nur Regelventile mit einer schnellen und präzisen Regelung bekannt, die mit Steuerkanten wie in **Figuren 3, 4 und 5** ausgeführt, hergestellt wurden. Also Steuerkanten, im Idealfall mit geringer relativer Überdeckung bzw. Nullschnitt der A-T und P-A Steuerkanten 21, 20 wie in **Figur 3** und **Figur 4** gezeigt, um eine schnelle und präzise Regelung zu ermöglichen und zum anderen in der Failsafe-Lage 25, wie in **Figur 3** und **Figur 5** gezeigt, den A-Steueranschluss 502 vom P-Steueranschluss 503 trennt, d.h. eine ausreichende Überdeckung der P-A Steuerkante 20 aufweist. Allerdings können diese Regelventile mit schneller und präziser Regelung des Stands der Technik in der Failsafe-Lage 25 nicht den T-Steueranschluss 501 und gleichzeitig den P-Steueranschluss 503 vom A-Steueranschluss 502 trennen, um einen Achs-Stillstand der Einspritzeinheit 15 zu gewährleisten.

Dies liegt daran, dass bisher im Stand der Technik die Geometrie des Steuerschiebers eines Regelventils, insbesondere die Breite der Kolbenabsätze 31, 32, 33, 34 und damit die Länge der Steuerkanten 20, 21, 22, 23 nach der Herstellung des Ventils und während des Betriebs nicht mehr abänderbar sind. Das führt dazu, dass während des Failsafe-Falls in der Failsafe-Lage 25 bei Ventilen mit guter Regelbarkeit nur eine Trennung des P-Steueranschlusses 503 vom A-Steueranschlusses 502 erreicht wird, wie **Figur 3, 4 und 5** gezeigt, anstatt der gewünschten gleichzeitigen Trennung des A-Steueranschlusses 502 von den P- und T-Steueranschlüssen 503, 501.

Damit sich während des Betriebs die Breite des Kolbenabsatz des Steuerschiebers 4 sich doch so verhält, als ob sie während des Betriebs vergrößert bzw. verkleinert werden kann, zeigen die Figuren **6 bis 14** schaltbare Steuerkanten gemäß der Offenbarung.

Figuren 6 und 7 in Verbindung mit **Figur 8** zeigen schematisch, wie die Breite der

Kolbenabsätze und somit die Länge der A-T und P-A Steuerkanten zwischen einer Überdeckung und einen Nullschnitt geschaltet werden kann.

Das Regelventil in **Figur 6** befindet sich in aktiver Regelung. Dazu umfasst der erste Steuerschieber 400, wie in **Figur 6** gezeigt, eine axiale Bohrung 40 mit einem zweiten Steuerschieber 41 und zumindest eine erste und zweite Querbohrung 46, 47 im ersten und zweiten Kolbenabsatz 31, 32 des ersten Steuerschiebers 400. Zusätzlich zu einer ersten Steuerkante 45 (A-T1) und dritten Steuerkante 44 (P-A) ist eine zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) ausgebildet. Die erste und dritte Steuerkante 45, 44 entsprechen der A-T und P-A Steuerkante 21, 22 (wie in Bezug auf **Figuren 3, 4 und 5** beschrieben). Der zweite Steuerschieber 41 umfasst einen ersten Kolbenabsatz 411 und einen zweiten Kolbenabsatz 412 und regelt einen Durchfluss bzw. Strömungspfad durch die Querbohrungen 46, 47 und die axiale Bohrung 40. Die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) und die dritte Steuerkante 44 (P-A) bilden gleichzeitig einen Nullschnitt aus wie anhand von P8 und P11 in **Figur 6** gezeigt, sodass eine präzise und schnelle Regelung mit dem zweiten Steuerschieber in geöffneter Stellung, wie in **Figur 6** gezeigt, möglich ist. Die erste Steuerkante 45 (A-T1) befindet sich in **Figur 6** in einer überdeckten Stellung, P10 in **Figur 6**. Darüber hinaus zeigt **Figur 6**, dass die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) und dritte Steuerkante 44 (P-A) zusammen eine geringe relative Überdeckung aufweist, in diesem Fall sogar eine sehr geringe relative Überdeckung, siehe P9 in **Figur 6**. Das führt, dazu, dass wie in **Figur 8** an der Stelle P8, P11, P9 gezeigt, die Kennlinie 443 der dritten Steuerkante und die gestrichelte Kennlinie 452 auf der x-Achse bei einem positiven Steuerhub S zusammenlaufen, sodass je nach Bewegung des ersten Steuerschiebers 400 nach links oder rechts in **Figur 6** (siehe Pfeilsymbole) unverzüglich ein Volumenstrom entweder zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 oder P- und A- Steueranschlüssen 503, 502 erfolgt. Der Volumenstrom zwischen den T- und A- Steueranschlüssen 501, 502 erfolgt über die Querbohrungen 46, 47 und die axiale Bohrung 40 bei überdeckter Stellung der ersten Steuerkante 45 (A-T1). Somit ist trotzdem eine schnelle und präzise Regelung möglich. Im Gegensatz zum Stand der Technik erfolgt die Regelung nicht unverzüglich über die A-T Steuerkante, die in **Figur 6** der ersten Steuerkante 45 (A-T1) der Offenbarung entsprechen würde, sondern über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) die im Stand der Technik nicht bekannt ist.

Der Steuerschieber 400 in **Figur 7** ist in einer Failsafe-Lage während eines Failsafe-Falls. Der zweite Steuerschieber 41 ist geschlossen, da der erste Kolbenabsatz 411 des zweiten Steuerschiebers 41 einen Durchfluss über die Querbohrung 46 verhindert, P12 in **Figuren 7 und 8**. Dadurch ist die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) in einer überdeckten Stellung und es erfolgt kein Durchfluss zwischen den T- und A- Steueranschlüssen 501 über die Querbohrungen 46, 47 und die axiale Bohrung 40. Die

erste Steuerkante 45 (A-T1) und dritte Steuerkante 44 (P-A) sind in der Failsafe-Lage ebenfalls überdeckt ausgebildet, P13 und P14 in **Figur 7**. Somit ist sichergestellt, dass in der Failsafe-Lage 25 (siehe **Figur 8**) kein Volumenstrom zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 sowie den P- und -A-Steueranschlüssen 503, 502 fließen kann. Es entsteht kein Strömungspfad über die Querbohrungen 46, 47 und axiale Bohrung 40 und auch kein direkter Strömungspfad vom A-Steueranschluss 502 zum T-Steueranschluss 501.

Figur 8 zeigt eine Volumenstrom-Signalfunktion der Steuerkanten aus **Figuren 6 und 7** gemäß der Offenbarung. Die x-Achse zeigt den Steuerschieberhub S des ersten Steuerschiebers 400 gemäß der Offenbarung. Die Failsafe-Lage 25 verläuft durch den Ursprung und fällt mit der y-Achse zusammen. **Figur 8** zeigt zwei Fälle eines Kennlinienverlaufs des Volumenstroms zwischen A-Steueranschluss 502 und T-Steueranschluss 501.

Im ersten Fall, bei aktiver Regelung mit geöffnetem zweiten Steuerschieber 41 und geöffneten zweiten, dritten Steuerkanten 42, 43; 44 (A-T2; P-A), ist eine schnelle und präzise Regelung des Volumenstroms über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) und dritte Steuerkante 44 (P-A) möglich. Wird der erste Steuerschieber 400 aus **Figur 6** nach rechts im Ventilkörper 1 ausgelenkt steigt der Volumenstrom zwischen dem T-Steueranschluss 501 und A-Steueranschluss 502, wie durch die Kennlinie 452 in **Figur 8** gezeigt, indem ein Strömungspfad über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) und den Querbohrungen 46, 47 sowie axiale Bohrung 40 entsteht. Ab einer gewissen weiteren Auslenkung nach rechts steigt die Kennlinie 452 nicht weiter an, da der maximale Durchfluss über die zweite Steuerkante 42, 43 aufgrund der Durchmesser der Querbohrungen 46, 47 und axialen Bohrung 40 begrenzt ist. Allerdings öffnet bei P16 in **Figur 8** die erste Steuerkante 45 (A-T1) und ein zusätzlicher Strömungspfad zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 entsteht, siehe Kennlinie 451. Bei einer Auslenkung des ersten Steuerschiebers 400 nach links in **Figur 6**, also von P8, P11, P9 nach rechts in **Figur 8** öffnet ein Strömungspfad zwischen den P- und A-Steueranschlüssen 503, 502 bei gleichzeitiger Verschließung des Strömungspfads zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502, wie die Kennlinie 443 zeigt. So ist eine schnelle und präzise Regelung des Volumenstroms zwischen den T-, A- und P-Steueranschlüssen 501, 502, 503 möglich. Damit entspricht das Verhalten der Kennlinien 451 mit 452 und die Kennlinie 443 dem Verhalten der Kennlinien 201 und 211 des Stands der Technik aus **Figur 3 und 4**.

Im zweiten Fall, im Failsafe-Fall, mit der Failsafe-Lage 25, ist der zweite Steuerschieber 41 geschlossen, wie bereits in Bezug auf **Figur 7** beschrieben. Deshalb existiert kein

Strömungspfad zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) und die Kennlinie 452 spielt keine Rolle für den Failsafe-Fall. Der Volumenstrom ist entsprechend annähernd Null (bis auf die Spaltleckagen), siehe P12 in **Figur 8**. In der Failsafe-Lage 25 sind die erste und dritte Steuerkante 45, 44 überdeckt ausgeführt, was durch die Bereiche P13, P14 in **Figur 7 und 8** symbolhaft dargestellt ist. Somit ist in der Failsafe-Lage während des Failsafe-Falls ein Strömungspfad vom A-Steueranschluss 502 zum T-Steueranschluss 501 unterbunden, indem die erste Steuerkante 45 (A-T1) ausreichend groß überdeckt ausgebildet ist. Gleichzeitig ist auch die dritte Steuerkante 44 (P-A) überdeckt. Somit kann ein Achsstillstand, beispielsweise einer Spritzeinheit 15, gewährleistet werden.

Figur 9 zeigt ein inneres Bohrungssystem in einem Steuerschieber 400 gemäß der Offenbarung. Das innere Bohrungssystem ermöglicht über eine axiale Bohrung 40 einen Durchfluss zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 und bildet eine zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 aus. Dieses innere Bohrungssystem umfasst die axiale Bohrung 40, einen zweiten Steuerschieber 41, der den Durchfluss zwischen den Steueranschlüssen A und T über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) in Kombination mit dem ersten Steuerschieber 400 steuert und Leckage-Entlastungsbohrungen 51, 52.

Figur 9 zeigt das Regelventil gemäß der Offenbarung während des Failsafe-Falls in Failsafe-Lage 25 (siehe **Figur 8**) mit ausgeschalteten Failsafe-Ventilen. Hierbei sind eine erste Steuerkante 45 (A-T1 Steuerkante) und eine dritte Steuerkante 44 (P-A Steuerkante) gleichzeitig überdeckt ausgebildet. **Figur 9** verdeutlicht, dass während des Failsafe-Falls die A-T1 und P-A Steuerkanten 45, 44 weit überdeckt sind. Das ist insbesondere deshalb möglich da der zweite Steuerschieber 41 derart in Stellung gebracht ist, dass der Strömungspfad zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) aufgrund des ersten Kolbenabsatzes 411 des zweiten Steuerschiebers 41 versperrt ist. Somit ist in der Failsafe-Lage während des Failsafe-Falls ein Strömungspfad vom A-Steueranschluss 502 zum T-Steueranschluss 501 unterbunden, indem die A-T1 Steuerkante 45 ausreichend groß überdeckt ausgebildet ist. Gleichzeitig ist auch die dritte Steuerkante 44 (P-A) überdeckt. Somit kann ein Achsstillstand, beispielsweise einer Spritzeinheit 15, gewährleistet werden.

Gleichzeitig steuert der zweite Steuerschieber 41 in der axialen Bohrung 40 die A-T2 Steuerkante 42, 43 und regelt somit einen Durchfluss zwischen den T- und A Steueranschlüssen 501, 502. In **Figur 9** ist der zweite Steuerschieber 41 derart in Stellung gebracht, dass der linke Kolbenabsatz 411 des zweiten Steuerschiebers 41 die erste Querbohrung 46 versperrt. Somit kann kein Austausch zwischen den T- und A

Steueranschlüssen 501, 502 über die axiale Bohrung 40 und der zweiten Steuerkante 42, 43 (A-T2) stattfinden.

In **Figur 10** ist kein Failsafe-Fall eingetreten und das Regelventil gemäß der Offenbarung ist im normalen Regelbetrieb. Dargestellt ist eine Stellung des Kolbenabsatzes des ersten 5 Steuerschiebers 400, indem die dritte Steuerkante 44 (P-A) und die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) gerade am Öffnungspunkt stehen, um den Volumenstrom / Druck zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 sowie P- und A-Steueranschlüssen 503, 502 zu regeln. D.h. in **Figur 10**, wie bereits in Bezug auf **Figur 6** beschrieben, befindet sich der zweite Steuerschieber 41 in einer geöffneten Stellung. Eine weitere 10 Bewegung des ersten Steuerschiebers 400 im Ventilkörper 1 nach links in eine positive Endauslage führt dazu, dass Fluid vom P-Steueranschluss 503 über die dritte Steuerkante 45 (P-A) zu einem am A-Steueranschluss 502 angeschlossenen Verbraucher, bspw. die Einspritzeinheit 15, fließt und der Druck dort ansteigt. Eine entgegengesetzte Bewegung des ersten Steuerschiebers 400 nach rechts in eine 15 negative Endauslage bewirkt ein Abfließen des Fluids aus dem Verbraucher und führt somit zu einem sinken des Drucks, da der zweite Steuerschieber 41 derart in Stellung gebracht ist, dass die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) durch die Verschiebung des ersten Steuerschiebers 400 nach rechts geöffnet wird und somit ein Strömungspfad zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 entsteht, dies ist das 20 Kennlinienverhalten aus **Figuren 6 und Figur 8**.

Der erste Steuerschieber 400 gemäß der Offenbarung verhält sich somit von außen betrachtet, für einen Betrachter ohne Kenntnis des zweiten Steuerschiebers 41 und der zweiten Steuerkante (A-T2 Steuerkante), als ob die Breite der Kolbenabsatzes 32, d.h. die Länge der ersten Steuerkante 45 (im Stand der Technik) veränderbar wäre. Somit ist 25 für diesen Betrachter die Breite des Kolbenabsatzes 32 des ersten Steuerschiebers 400 selbst nach der Herstellung schaltbar, indem einer der beiden Zustände gemäß der Offenbarung der **Figuren 6 und 7** eingenommen werden kann. Dies ist mit dem Steuerschieber 4 des Stands der Technik aus **Figuren 1 bis 5** nicht möglich, wie in Bezug auf **Figuren 3 bis 5** bereits dargelegt wurde.

30 **Figur 10** zeigt ein Regelventil gemäß der Offenbarung in einem Regelbetrieb der A-T2 und P-A Steuerkanten 42, 43, 44. Der zweite Steuerschieber 41 befindet sich in einer geöffneten Stellung mit überdeckten Steuerkanten 42, 43, d.h. der zweite Steuerschieber 41 ist derart in Stellung gebracht, dass ein Strömungspfad zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 über die axiale Bohrung 40 möglich wäre, wenn 35 die zweite Steuerkante 42, 43 durch Verschiebung des ersten Steuerschiebers 400 freigegeben wird. Dieser Moment ist auf den Kennlinien 452 und 443 an der Stelle P8, P11

und P9 auf der x-Achse der **Figur 8** gezeigt. Beim Erreichen einer kompletten Öffnung der zweiten Steuerkante 42, 43 (A-T2) ist der Strömungspfad über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) in der maximalen Durchflussmenge begrenzt, weshalb selbst bei einer maximalen Öffnung der zweiten Steuerkante 42, 43 (A-T2) die

5 Durchflussmenge aufgrund der Größe des Durchmessers der axialen Bohrung 40 sowie der ersten Querbohrung 46 begrenzt ist. Ab einem bestimmten Hub S des ersten Steuerschiebers 400 nach rechts wird daher zusätzlich der Strömungspfad über die erste Steuerkante 45 (A-T1) freigegeben. Dies ist in **Figur 8** durch die Kennlinien 451 und 452 an der Stelle P10 und P15 auf der x-Achse gezeigt.

10 **Figur 11** zeigt ein Regelventil gemäß der Offenbarung in einem Regelbetrieb der ersten Steuerkante 45 (A-T1) und Steuerkante 23 (P-B). In Kombination mit **Figur 8**, insbesondere den Kennlinien 451 und 231, ist gezeigt, dass der erste Steuerschieber 400 in einer maximalen negativen Endauslage im Ventilkörper 1 nach rechts gebracht ist, wobei die dritte Steuerkante 44 geschlossen ist und der zweite Steuerschieber 41 in
15 einer geschlossenen Stellung ist. D.h. ein Durchfluss zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 über die axiale Bohrung 40 ist blockiert. Stattdessen zeigt **Figur 11**, dass ein direkter Strömungspfad zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 entsteht, in dem die erste Steuerkante 45 (A-T1 Steuerkante) in offener Position ist und die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2 Steuerkante) durch den zweiten
20 Kolbenabsatz 412 des zweiten Steuerschiebers 40 verschlossen ist. Die entsprechende Volumenstrom-Signalkennlinie ist in **Figur 8** an der Stelle Steuerschieberhub $S = -100\%$ und Kennlinien 451 und 231 schematisch dargestellt.

Somit ist im Regelbetrieb bei geöffnetem zweiten Steuerschieber die relative geringe Überdeckung zwischen der zweiten Steuerkante 42, 43 (A-T2) und dritten Steuerkante
25 44 (P-A) realisiert und führt zur schnellen und präzisen Regelbarkeit des Volumenstroms / Drucks im A-Steueranschluss 502, da bereits bei geringer Auslenkung des ersten Steuerschiebers, je nach Wirkrichtung ein Volumenstrom zwischen den Steueranschlüssen T-A oder P-A entsteht.

Gleichzeitig kann, wie in **Figur 12** dargestellt, der erste Steuerschieber 400 gemäß der
30 Offenbarung in einer positiven Endauslage mit Steuerschieberhub $S = +100\%$ nach links gebracht werden und somit über die dritte Steuerkante 44 (P-A) und fünfte Steuerkante 22 (B-T) einen Durchfluss zwischen den P- und A Steueranschlüssen 503, 502 und B- und T-Steueranschlüssen 504, 501 über den B-seitigen T-Kanal 505 regeln. Ein Durchfluss zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 findet nicht statt, da
35 der zweite Steuerschieber 41 in **Figur 12** derart in Stellung gebracht ist, dass der erste Kolbenabsatz 411 die zweite Steuerkante (A-T2) geschlossen hält und trotz des zweiten

Kolbenabsatz 412 in geöffneter Stellung kein Durchfluss über die axiale Bohrung 40 zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502 zustande kommt. Hinzu kommt, dass die erste Steuerkante 45 (A-T1) und zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) aufgrund der positiven Endauslage in einer Überdeckten Stellung des ersten Steuerschiebers 400 sind.

In den **Figuren 6 bis 14** sind die Kolbenabsätze 411, 412 des zweiten Steuerschiebers 41 gemäß der Offenbarung derart ausgebildet, dass der zweite Steuerschieber 41 beim Bewegen in eine negative Endauslage des ersten Steuerschiebers 400, bspw. in **Figur 8**, den Strömungspfad über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) freigibt. Je nach technischer Anforderung kann der zweite Steuerschieber 41 den Strömungspfad über die zweite Steuerkante 42, 43 freigeben, indem er in eine positive Endauslage gebracht wird (in den Figuren nicht gezeigt).

Somit zeigen **Figur 6 bis 14** einerseits, wie bei aktivierten Failsafe-Ventilen 2 und 61 ein Nullschnitt-Verhalten und damit eine schnelle und präzise Regelbarkeit durch eine relativ geringe Überdeckung zwischen der zweiten Steuerkante 42, 43 (A-T2) und dritten Steuerkante 44 (P-A) möglich ist. Andererseits kann bei deaktivierten Failsafe-Ventilen, also während des Failsafe-Falls in Failsafe-Lage 25, die Leckage auf ein Minimum, einer Spaltleckage entsprechend, reduziert werden, in dem die erste Steuerkante 45 (A-T1) und dritte Steuerkante (P-A) 44 eine ausreichend große Überdeckung aufweisen (siehe P12, P13 und P14 in **Figur 7**) und somit einen Achs-Stillstand der, an das offenbarte Regelventilsystem 100, angeschlossenen Achse, beispielsweise einer Einspritzeinheit 15, sichergestellt werden.

Figur 13 zeigt schematisch ein Regelventilsystem 100 gemäß der Offenbarung umfassend dem Regelventil in einem schematischen Längsschnitt und einem Fail-Safe Ventil 2 und einem 3/2-Wege Failsafe – Sitzventil sowie einem Vorsteuerventil 3. Der Einfachheit halber ist die Ventilelektronik 11 und das Wegmesssystem 10 hier nicht dargestellt. Die Ventilelektronik 11 und das Wegmesssystem 10 sind schematisch in den **Figuren 16 bis 19** dargestellt in dem sie rechts am Ventilkörper 1 angebracht sind.

Der Ventilkörper 1 gemäß der Offenbarung beinhaltet einen ersten Steuerschieber 400, der alternativ auch als Hauptsteuerschieber 400 bezeichnet werden kann. Der erste Steuerschieber 400 ist mit einer axialen Bohrung 40 versehen ist, in welchem ein zweiter Steuerschieber 41 angebracht ist. Der zweite Steuerschieber 41 wird auch als innerer Steuerschieber 41 bezeichnet. Der zweite Steuerschieber 41 ist kleiner als der erste Steuerschieber 400. Vor allem ist der Durchmesser des zweiten Steuerschiebers 41

kleiner als der Durchmesser des ersten Steuerschiebers 400, so dass der zweite Steuerschieber 41 innerhalb der axialen Bohrung 40 untergebracht ist.

Der Ventilkörper 1 in **Figur 13** zeigt im Längsschnitt von links nach rechts einen ersten Steueranschluss 501, einen zweiten Steueranschluss 502, einen dritten Steueranschluss 503 und einen vierten Steueranschluss 504 sowie einen B-seitigen T-Kanal 505, der mittels eines Verbindungsgangs und/oder Ringkanals an den ersten Steueranschluss 501 angebunden ist. Der erste Steueranschluss 501 ist ein T-Steueranschluss 501. Somit entspricht der B-seitige T-Kanal 505 einem B-seitigen T-Steueranschluss 501. Der zweite Steueranschluss 502 ist ein A-Steueranschluss 502. Der dritte Steueranschluss 503 ist ein P-Steueranschluss 503. Der vierte Steueranschluss 504 ist ein B-Steueranschluss 504.

Der erste Steuerschieber 400 und der Ventilkörper 1 bilden eine erste Steuerkante 45, auch als A-T1 Steuerkante bezeichnet, aus. Die erste Steuerkante 45 reguliert die Durchflussmenge eines ersten Strömungspfads zwischen dem T-Steueranschluss 501 und A-Steueranschluss 502.

Darüber hinaus bilden der erste Steuerschieber 400 und der Ventilkörper 1 eine zweite Steuerkante 42, 43 aus, die auch als A-T2 Steuerkante bezeichnet wird. Die zweite Steuerkante 42, 43 reguliert eine Durchflussmenge über einen zusätzlichen Strömungspfad zwischen dem T-Steueranschluss 501 und dem A-Steueranschluss 501. Dabei bilden die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) und die dritte Steuerkante 44 (P-A) eine relative geringe Überdeckung aus. Die erste Steuerkante 45 (A-T1) zwischen den Steueranschlüssen T und A weist ausreichend große Überdeckung auf. Das führt, dazu, dass im Failsafe-Fall nur ein sehr geringer Volumenstrom zwischen den Steueranschlüssen T und A fließt. Der Volumenstrom ist derart gering, dass er einer üblichen Spaltleckage entspricht.

Die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) zwischen den Steueranschlüssen T und A weist eine oder mehrere erste Querbohrungen 46 auf, die mit der axialen Bohrung 40 des ersten Steuerschiebers verbunden sind und einen Durchfluss ermöglichen. Am Ein- bzw. Ausgang ist jeweils ein einstichförmiger Ringkanal und/oder Steuerfenster 421, 431 (in **Figur 14** schematisch gezeigt) ausgebildet. Das ermöglicht, dass die zweite Steuerkante (A-T2) 42, 43 über den Ringkanal und/oder über das Steuerfenster fertigungstechnisch genau auf die dritte Steuerkante 44 (P-A Steuerkante zwischen dem P-Steueranschluss 503 und dem A-Steueranschluss 502), anwendungsspezifisch angepasst werden kann. So wird sichergestellt, dass die dritte Steuerkante 44 (P-A) eine Nullschnitt-Überdeckung und die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) eine geringe Überdeckung ausbilden kann.

Durch die Summe dieser beiden Überdeckungen ergibt sich eine relative geringe Überdeckung zwischen der zweiten Steuerkante (A-T2) 42, 43 und der dritten Steuerkante 44 (P-A). Dies wurde auch in Bezug auf **Figuren 6, 7 und 8** beschrieben.

5 Im ersten Steuerschieber 400 sind im Bereich des A-Steueranschlusses 502 eine oder mehrere zusätzliche zweite Querbohrungen 47 angebracht, welche ebenfalls mit der axialen Bohrung 40 verbunden sind.

10 Der zweite Steuerschieber 41 aktiviert und/oder deaktiviert, je nach Stellung eines Betätigungskolbens 48 den zusätzlichen Strömungspfad durch die Querbohrungen 46, 47 und axiale Bohrung 40 zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502. Über die Auslenkung des ersten Steuerschiebers 41 nach links oder rechts wird die Durchflussmenge und der Druck über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) geregelt.

15 Der zweite Steuerschieber 41 weist Druck beaufschlagte ringförmige Flächen 491, 492 auf. Diese sind sowohl an einem ersten Kolbenabsatz 411 in einem vorderen Bereich des zweiten Steuerschiebers 41 und einen zweiten Kolbenabsatz 412 im hinteren Bereich des zweiten Steuerschiebers 41 ausgebildet. Diese sind hydraulisch ausgeglichen und ein Lastdruck über den A-Steueranschluss 502 kann somit nicht dazu führen, dass der zweite Steuerschieber 41 ungewollt betätigt wird.

20 Eine Leckage, die in eine hintere Kammer 50 des zweiten Steuerschiebers 41 gelangt, wird über eine axiale Entlastungsbohrung 51 über den B-seitigen T-Kanal 505 zum T-Steueranschluss 501 abgeführt. Hierfür weist der erste Steuerschieber 400 im Bereich des B-seitigen T-Kanals 505 eine oder mehrere dritte Querbohrungen 52 auf.

25 Der zweite Steuerschieber 41 weist an seinem rechten Ende, welches zur hinteren Kammer 50 zeigt einen Schlitz 53 auf. Dieser Schlitz 53 ermöglicht selbst im geblockten Zustand das Abführen der Leckage über die axiale Leckage-Entlastungsbohrung 51, die coaxial in Verlängerung zur axialen Bohrung 40 ausgebildet ist.

30 **Figur 14** zeigt einen linken Ausschnitt des Regelventils gemäß der Offenbarung aus **Figur 17**, mit dem ersten und zweiten Steuerschieber gemäß der Offenbarung wie bereits in den Figuren 6 bis 13 beschrieben, entspricht. Das Regelventil ist in aktiver Regelung der dritten Steuerkante 44 (P-A) und zweiten Steuerkante 42, 43 (A-T2). Das innere System ist offen, d.h. der zweite Steuerschieber 41 ist derart in Stellung gebracht, dass der erste und zweite Kolbenabsatz 411, 412 des zweiten Steuerschiebers 41 den Durchgang zwischen dem T Steueranschluss 501 und A Steueranschluss 502 über die zweite Steuerkante 42, 43 und die Bohrung 40 freigeben. Zusätzlich sind die Failsafe-Ventile 2 und 61 eingeschaltet.

Der Betätigungskolben 48 wird über das am Endkappenraum 54 der Endkappe 57 angebrachte Ventil 61 über den Steuerdruck pX gegen eine Druckfeder 56 offengehalten, welche sich innen an der Endkappe 57 bzw. einem Anschlag 58 (in **Figur 14** gezeigt) abstützt.

- 5 Der Betätigungskolben 48 hat eine linke Ringfläche 60 und eine rechte Ringfläche 55. Ein Federraum 59 sowie eine linke Ringfläche 60 des Betätigungskolbens 48 wird über ein zweites Ventil 61, in den **Figuren** beispielsweise dargestellt als ein schaltbares 3/2-Wege Failsafe-Sitzventil, im Failsafe-Fall entlastet, sodass die Druckfeder 56 den Betätigungskolben 48 gegen den zweiten Steuerschieber 41 drückt.
- 10 Der Federraum 59 des Betätigungskolbens 48 ist in Richtung Tank über den T-Steueranschluss 501 ständig entlastet. Um dies zu erreichen, ist der Federraum 59 mit dem T-Steueranschluss 501 des Ventilkörpers 1 über eine und/oder mehrere Bohrungen 62 verbunden. Alternativ kann er über weitere Bohrungen über einen Y-Entlastungsanschluss 507 und/oder über einen separaten, an der Endkappe 57
- 15 angebrachten Leckage-Entlastungsanschluss entlastet werden (in **Figur 14** nicht gezeigt).

- Das 3/2-Wege Failsafe-Sitzventil 61 in **Figur 13** wird gleichzeitig mit dem 4/2-Wege Failsafe-Ventil 2 elektrisch geschaltet. Im Failsafe-Fall sind beide Failsafe-Ventile stromlos. Das 4/2-Wege Failsafe-Ventil 2 verbindet in dem stromlosen Zustand des
- 20 Failsafe-Falls die links- und rechtsseitigen Steuerkammern 12, 13 des ersten Steuerschiebers 400 im Ventilkörper 1 und stellt somit einen hydraulischen Kurzschluss her. Dabei wird der erste Steuerschieber 400 über eine große Feder 131 in der rechtsseitigen Steuerkammer 13 in eine definierte Failsafe-Lage gestellt. Die Druckfeder 56 drückt den ersten Steuerschieber 400, über den Betätigungskolben 48 und den
- 25 zweiten Steuerschieber 41 in eine definierte Failsafe-Lage, die bspw. der Failsafe-Lage 25 in Figur 8 entspricht.

- Die Failsafe-Lage im Failsafe-Fall ist dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die dritte Steuerkante 44 (P-A) als auch die erste Steuerkante 45 (A-T1) eine ausreichend große überdeckte Stellung einnehmen. Gleichzeitig verschließt der zweite Steuerschieber 41
- 30 die erste Querbohrung(en) 46, so dass die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) ebenfalls ausreichend überdeckt ist. Dadurch ist sowohl der erste Strömungspfad zwischen den Steueranschlüssen T und A sowie der zweite Strömungspfad zwischen den Steueranschlüssen P und A also auch der zusätzliche Strömungspfad zwischen den Steueranschlüssen T und A gesperrt.

Der Schaftdurchmesser 63 des Betätigungskolbens 48, der in die axiale Bohrung 40 des ersten Steuerschiebers 400 eintaucht und den zweiten Steuerschieber 41 betätigt, weist einen kleineren Durchmesser als der erste und zweite Kolbenabsatz 411, 412 bzw. die axiale Bohrung 40 des zweiten Steuerschiebers 41 auf. Dadurch können toleranzbedingte Achsversätze der Kolbenbohrungen ausgeglichen werden.

Der zweite Steuerschieber 41 weist am hinteren Bereich, im Bereich der hinteren Kammer 50, einen rechten Anschlag 64 auf, der im Failsafe-Fall dazu dient die Federkraft einer inneren Feder 65 auf den ersten Steuerschieber 400 zu übertragen. Dies kann alternativ auch über einen Absatz im vorderen Bereich des zweiten Steuerschiebers 41, im Bereich der Endkappe 57 erfolgen (in den **Figuren** nicht gezeigt).

Der zweite Steuerschieber 41 wird im normalen Regelbetrieb bei geöffnetem Betätigungskolben 48 (also bestromtem 3/2-Wege-Sitzventil) aktiv über pX-Druck offengehalten.

Der Betätigungskolben 48 ist über ein Verbindungselement 76 bzw. einem Kupplungselement mit dem zweiten Steuerschieber 41 verbunden. Das Kupplungselement kann in seiner Ausführung eine Gewindestange sein, um so fertigungsbedingte Achs- und Winkelversätze zwischen den Kolbenachsen des zweiten Steuerschiebers 41 und dem Betätigungskolben 48 auszugleichen. Das Verbindungselement als Gewindestange ist z.B. in Form einer Ausgleichsstange mit beidseitigem Gewinde (in **Figur 14** nicht dargestellt) ausgeführt.

Hierfür hat der Betätigungskolben 48 eine axiale Bohrung 77, in welche die Ausgleichsstange montiert ist. Die Ausgleichsstange wird mittels einer rechten Kontermutter 66 gegen den kleinen, inneren Steuerschieber (41) gekontert und mittels einer linken Kontermutter 78 gegen den Betätigungskolben (48). Die Kontermutter 78 ist gehärtet und stellt gleichzeitig einen mechanischen Anschlag dar.

Ein O-Ring 79 dichtet den rechten Steuerraum 86 des Endkappenraums 54 gegen den Federraum 59 in der Endkappe 57 ab. Der O-Ring 79 sitzt in einem Freistich 84 und ist so axial gegen Verschiebung gesichert. Die Abdichtung in **Figur 14** kann auch auf andere Weise ausgeführt sein.

Die Ausgleichsstange 76 hat am linken Ende einen Innensechskant 82, mit dem vor dem Anziehen der Kontermutter 78 der kleine, innere Steuerschieber axial fein justiert werden kann.

Die Leckage-Entlastungsbohrungen 51, 52, 62 bzw. die Steuerbohrungen zum 3/2-Wege-Sitzventil können optional mit Blenden ausgestattet werden, welche in entsprechende Gewinde eingeschraubt werden.

5 Der Betätigungskolben 48 sowie der zweite Steuerschieber 41 sind wärmebehandelt (gehärtet und angelassen) und haben somit einen höheren Verschleißschutz.

Die Über- und Unterdeckungen und Öffnungspunkte der Steuerkanten 42, 43, 44, 45 zueinander können anwendungsspezifisch vergrößert oder verkleinert werden.

Der zweite Steuerschieber 41 kann alternativ mit Strömungskraft kompensierenden konstruktiven Maßnahmen ausgestattet sein, beispielsweise Nuten, Nocken oder Fasen.

10 Die Geometrie der Steuerkanten 42, 43, 44, 45 sind alternativ mittels Winkel, Radien oder Steuerfenstern auf spezielle Anwendungen optimiert abgestimmt, um entsprechende Durchfluss-Charakteristiken der T-, A-, P-, B-Steueranschlüsse 501, 502, 503, 504 einzustellen.

15 In der Endkappe 57, die linksseitig am Ventilkörper 1 angebracht ist, ist ein Gewinde 67 eingearbeitet, in welchem ein gehärteter Anschlag 58 eingeschraubt ist, der dem Verschleißschutz dient. So wird die Endkappe 57 nicht beschädigt, wenn der Betätigungskolben 48 in einer Endauslage gegen den Endanschlag fährt. Alternativ kann die Endkappe 57 ganz oder teilweise aus gehärtetem Material hergestellt sein bzw. der Bereich 68, in welchen der Betätigungskolben 48 mit der Endkappe 57 in Berührung
20 kommt, kann partiell gehärtet sein.

Alternativ kann der Mechanismus des zweiten Steuerschiebers auf der rechten Seite des Ventilkörpers 1 angebracht werden, um entsprechend eine B-T1 und/oder B-T2 Steuerkante anstatt der A-T1 und/oder A-T2 Steuerkante schaltbar auszugestalten. Darüber hinaus ist auch eine Kombination möglich, in der der zweite Steuerschieber 41
25 innerhalb des ersten Steuerschiebers 400 derart verlängert wird, dass sowohl die erste und/oder zweite Steuerkante (A-T1, A-T2) wie auch gleichzeitig eine B-T1 und/oder B-T2 Steuerkante schaltbar ausgebildet werden. Die Leckage-Entlastungsbohrungen 51, 52, 62 würden entsprechend angepasst werden.

30 Darüber hinaus kann der Betätigungskolben 48 alternativ über ein 4/2-Wege- (nicht dargestellt), über pX-Druck versorgt, angesteuert und betätigt werden. Wenn der Betätigungskolben 48 extern über pX-Druck und ein 4/2-Wege-Sitzventil angesteuert wird, können sowie das Öffnen als auch das Schließen aktiv über Druck ausgeführt werden.

Die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2 Steuerkante) kann im Steuerschieber 400 über Steuerfenster (z.B. hart-gefräst, erodiert) oder alternativ über einen umlaufenden Einstich (hart-gedreht, geschliffen) auf den jeweiligen Anwendungsfall fein eingestellt werden sein.

- 5 **Figur 15** zeigt eine alternative Offenbarung in der die axiale Leckage-Entlastungsbohrung 51 des ersten Steuerschiebers 400 in einen Steuerschlitz 69 und/oder einen umlaufenden Einstich 70 am vierten Kolbenabsatz 34 des ersten Steuerschiebers 400 münden kann, welcher die axiale Leckage-Entlastungsbohrung 51 mit einem Y Entlastungsanschluss 507 des Ventilkörpers 1 verbindet. Hierfür wird der
- 10 Steuerschlitz 69 über eine vierte Querbohrung 73 mit der axialen Leckage-Entlastungsbohrung 51 verbunden und im Ventilkörper 1 ist eine weitere Querbohrung 74 zum Y-Kanal 72 angebracht. Somit kann die Leckage aus dem Hauptsteuerschieber 400 auch nach Y entlastet werden.

- Alternativ kann eine zusätzliche Druckfeder im linken Endkappen- / Steuerraum 54, 12
- 15 zwischen Endkappe 57 und erstem Steuerschieber 400 angebracht werden (in den Figuren nicht gezeigt).

Am Bestätigungskolben 48 kann ein Wegmesssystem bzw. ein Näherungsschalter angebracht werden, um die Lage des Kolbens abzufragen und in das übergeordnete Maschinen-Sicherheitskonzept einzubinden.

- 20 Alternativ kann das 3/2-Wege Sitzventil anstelle über die X-Leitung über den P-Steueranschluss 503 des Ventilkörpers 1 versorgt werden, wenn dieser entsprechend mittels Bohrungen mit dem 3/2-Wege Sitzventil verbunden wird (nicht dargestellt in **Figur 15**).

- In einer weiteren Ausführung kann der Betätigungskolben auch als Drehkolben
- 25 ausgeführt sein. Der zweite Steuerschieber wird dann entsprechend als Drehschieber ausgestaltet, um das innere System zu öffnen und zu schließen, indem er anstelle einer Längsbewegung eine Drehbewegung ausführt (nicht dargestellt in **Figur 15**).

- Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Beschreibung der Erfindung und die Ausführungsbeispiele grundsätzlich nicht einschränkend in Hinblick auf eine bestimmte
- 30 physikalische Realisierung der Erfindung zu verstehen sind. Alle in Verbindung mit einzelnen Ausführungsformen der Erfindung erläuterten und gezeigten Merkmale können in unterschiedlicher Kombination in dem erfindungsgemäßen Gegenstand vorgesehen sein, um gleichzeitig deren vorteilhafte Wirkungen zu realisieren.

Figuren 16 bis 19 zeigen das Regelventilsystem 100 in einer schematischen Darstellung mit der Ventilelektronik 11 und einem Wegmesssystem 10 welche rechts am Ventilkörper 1 angeordnet ist. Die Ventilelektronik und das Wegmesssystem dienen dazu, den ersten Steuerschieber 400 elektronisch zu regeln. Der zweite Steuerschieber 41 wird nicht elektronisch geregelt, sondern hydraulisch über das Failsafe-Ventil 61 im Zusammenspiel mit der Endkappe 57 (links am Ventilkörper 1 angebracht) und Betätigungskolben 48 gesteuert. **Figur 16** zeigt das Regelventilsystem 100 gemäß der Offenbarung mit ausgeschalteten Failsafe-Ventilen 2, 61 während des Failsafe-Falls in Mittelstellung des ersten Steuerschiebers 400 und einem zweiten Steuerschieber 41 in geschlossener Stellung. **Figur 17** zeigt das Regelventilsystem 100 gemäß der Offenbarung mit eingeschalteten Failsafe-Ventilen 2, 61 und aktiver Regelung der dritten Steuerkante 44 (P-A) und zweiten Steuerkante 42, 43 (A-T2) mit dem zweiten Steuerschieber 41 in offener Stellung. Allerdings fließt, abgesehen von Spaltleckagen noch kein Volumenstrom über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) oder dritte Steuerkante 44 (P-A) da diese gerade noch geschlossen sind und sich in Nullüberdeckung befinden. **Figur 18** zeigt ebenfalls ein Regelsystem 100 gemäß der Offenbarung und zeigt das Regelventilsystem 100 gemäß der Offenbarung mit eingeschalteten Failsafe-Ventilen 2, 61 und aktiver Regelung in einer positiven maximalen Endauslage mit Steuerschieberhub $S = +100\%$, in der der Hauptstevenschieber 400 im Ventilkörper 1 durch die Ventilelektronik 11 nach links verschoben ist. Dadurch sind die dritte Steuerkante 44 (PA) und die fünfte Steuerkante 22 (BT) in einer unterdeckten Stellung und es fließt ein Volumenstrom zwischen den entsprechenden Steueranschlüssen. **Figur 19** zeigt, ebenfalls ein Regelsystem 100 gemäß der Offenbarung mit eingeschalteten Failsafe-Ventilen 2, 61 und einem aktiv in negativ geregelte Endauslage gebrachten ersten Steuerschieberhub $S = -100\%$. Die erste Steuerkante 45 (A-T1) ist dabei in einer unterdeckten Stellung und ermöglicht somit einen Volumenstrom zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502. Die vierte Steuerkante 22 (P B) ist in unterdeckter Stellung und es fließt ein Volumenstrom zwischen den P- und B-Steueranschlüssen 503, 504. Der zweite Steuerschieber 41 befindet sich aufgrund der Position seines zweiten Kolbenabsatzes 412 in einer geschlossenen Stellung und somit fließt kein Volumenstrom über die zweite Steuerkante 42, 43 (A-T2) zwischen den T- und A-Steueranschlüssen 501, 502.

Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist durch die Ansprüche gegeben und wird durch die in der Beschreibung erläuterten und/oder den Figuren gezeigten Merkmale nicht beschränkt.

Bezugszeichenliste

	1	Ventilkörper, Hauptstufe
	2	Failsafe-Ventil, Sicherheitsventil
	3	Vorsteuerventil
5	4	Steuerschieber im Stand der Technik
	5	Steuerkante (Stand der Technik)
	6	Steuerkante (Stand der Technik)
	7	Druckfedern
	8	justierbare Scheiben, mechanischer Anschlag
10	9	Steueranschlüsse X, T, A, P, B, Y
	10	Wegmesssystem
	11	Ventilelektronik
	12, 13	Steuerräume
	14	Einspritzregelventil, Regelventil im Stand der Technik
15	15	Einspritzeinheit
	16	Einspritzzylinder
	17	Zylinderkammer/-fläche
	20	P-A Steuerkante
20	21	A-T Steuerkante
	22	B-T Steuerkante
	23	P-B Steuerkante
	25	Failsafe-Lage
25	31	erster Kolbenabsatz
	32	zweiter Kolbenabsatz
	33	dritter Kolbenabsatz
	34	vierter Kolbenabsatz
30	40	axiale Bohrung
	41	zweiter Steuerschieber, innerer Steuerschieber
	42, 43	zweite Steuerkante, A-T2 Steuerkante
	44	dritte Steuerkante, P-A Steuerkante
	45	erste Steuerkante, A-T1 Steuerkante
35	46	zumindest eine erste Querbohrung
	47	zumindest eine zweite Querbohrung
	48	Betätigungskolben

- 50 hintere Kammer
- 51 weitere axiale Bohrung, Leckage-Entlastungsbohrung
- 52 zumindest eine dritte Querbohrung, Leckage-Entlastungsbohrungen
- 5 53 Schlitz am rechten Ende des zweiten Steuerschiebers
- 54 Endkappenraum
- 55 rechte Ringfläche des Betätigungskolbens
- 56 Druckfeder
- 57 Endkappe
- 10 58 Anschlag
- 59 Federraum

- 60 linke Ringfläche des Betätigungskolbens
- 61 zweites Ventil, 3/2-Wege Failsafe Ventil
- 15 62 eine und/oder mehrere Bohrungen, Leckage-Entlastungsbohrungen
- 63 Bund- oder Schaftdurchmesser des Betätigungskolbens
- 64 rechter Anschlag
- 65 innere Druckfeder
- 66 rechte Kontermutter
- 20 67 Gewinde in Endkappe für Anschlag
- 68 Bereich in Endkappe
- 69 Steuerschlitz bei Leckage-Entlastung zum Y-Kanal

- 70 Umlaufender Einstich
- 25 72 Y-Kanal
- 73 zumindest eine vierte Querbohrung zum Steuerschlitz bei Leckage-Entlastung zum Y-Kanal
- 74 weitere Querbohrung
- 76 Verbindungselement
- 30 77 axiale Bohrung
- 78 linke Kontermutter
- 79 O-Ring

- 80 Verbindung zwischen den beiden T Steueranschlüssen, Tankbrücke
- 35
- 82 Innensechskant
- 84 Freistich
- 86 rechten Stellerraum des Endkappenraums

- 100 Regelventilsystem gemäß der Offenbarung
- 131 große Feder im rechtsseitigen Steuerraum

- 5 201 Volumenstrom-Signalkennlinie der P-A Steuerkante
- 211 Volumenstrom-Signalkennlinie der A-T Steuerkante
- 221 Volumenstrom-Signalkennlinie der B-T Steuerkante
- 231 Volumenstrom-Signalkennlinie der P-B Steuerkante

- 10 411 erster Kolbenabsatz des zweiten Steuerschiebers
- 412 zweiter Kolbenabsatz des zweiten Steuerschiebers
- 400 erster Steuerschieber
- 421, 431 einstichförmiger Ringkanal, Steuerfenster

- 15 443 Volumenstrom-Signalkennlinie dritte Steuerkante, P-A Steuerkante
- 451 Volumenstrom-Signalkennlinie erste Steuerkante, A-T1 Steuerkante
- 452 Volumenstrom-Signalkennlinie zweite Steuerkante, A-T2 Steuerkante

- 491 (Ringförmige) Fläche am linken Kolbenabsatz des zweiten Steuerschiebers
- 20 492 (Ringförmige) Fläche am rechten Kolbenabsatz des zweiten Steuerschiebers

- 501 T-Steueranschluss, erster Steueranschluss
- 502 Steueranschluss A, zweiter Steueranschluss
- 503 Steueranschluss P, dritter Steueranschluss
- 25 504 Steueranschluss B, vierter Steueranschluss
- 505 B-seitiger T-Kanal
- 506 Steueranschluss X
- 507 Entlastungsanschluss Y

Patentansprüche

1. Regelventil mit schaltbarer Steuerkante, umfassend:
 - ein Ventilkörper (1) mit einem ersten Steuerschieber (400) und zumindest einem ersten und zweiten Steueranschluss (501; 502; 503; 504; 505) und
5 zumindest einer Steuerkante (6; 44; 45), wobei
der erste Steuerschieber (400) eine axiale Bohrung (40) aufweist und ein zweiter Steuerschieber (41) in der axialen Bohrung (40) ausgebildet ist;
 - eine Endkappe (57) mit Betätigungskolben (48), wobei der
10 Betätigungskolben (48) dazu ausgebildet ist in die axiale Bohrung (40) einzugreifen, und
der Betätigungskolben (48) dazu ausgebildet ist den zweiten Steuerschieber (41) in der axialen Bohrung (40) zu verschieben.
2. Regelventil nach Patentanspruch 1, wobei
15 ein Verbindungselement (76) zwischen dem Betätigungskolben (48) und dem zweiten Steuerschieber (41) ausgebildet ist, um Achs- und Winkelversätze auszugleichen.
3. Regelventil nach Patentanspruch 1, wobei
20 der Ventilkörper (1) und der erste Steuerschieber (400) eine erste Steuerkante (45) und eine zweite Steuerkante (42, 43) ausbilden; wobei
zwischen der zweiten Steuerkante (42, 43) zu einer dritten Steuerkante (44) eine relative geringe Überdeckung ausgebildet ist und die erste Steuerkante (45) eine große Überdeckung aufweist.
25
4. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei
die zweite Steuerkante (42, 43) einen einstichförmigen Ringkanal (421, 431) oder zumindest ein Steuerfenster (421, 431) aufweist.
- 30 5. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei
die zweite Steuerkante (A-T2; 42, 43) über zumindest eine erste Querbohrung (46) mit der axialen Bohrung (40) im ersten Steuerschieber (400) verbunden ist.
6. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei

der erste Steuerschieber (400) im Anschlussbereich eines zweiten Steueranschlusses (502), insbesondere eines A – Steueranschlusses, des Ventilkörpers (1) zumindest eine zweite Querbohrung (47) ausbildet, wobei die zumindest eine zweite Querbohrung (47) mit der axialen Bohrung (40) verbunden ist.

7. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Betätigungskolben (48) dazu ausgebildet ist, mittels des zweiten Steuerschiebers (41) einen Strömungspfad über die zweite Steuerkante (A-T2; 42, 43) zu steuern.
8. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der zweite Steuerschieber (41) zwei Flächen (491; 492) mit gleich großen Flächen zum hydraulischen Ausgleich aufweist.
9. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die axiale Bohrung (40) des ersten Steuerschiebers (400) eine Kammer (50) mit einer inneren Druckfeder (65) umfasst.
10. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei koaxial zu der axialen Bohrung (40) eine axiale Entlastungsbohrung (51) ausgebildet ist, und wobei insbesondere der erste Steuerschieber (400) im Bereich eines B-seitigen T-Kanals (505) zumindest eine dritte Querbohrung (52) aufweist, die mit der axialen Entlastungsbohrung (51) verbunden ist und einen Leckage-Strömungspfad bildet.
11. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der zweite Steuerschieber (41) an seiner rechten Stirnfläche einen Schlitz (53) ausbildet, zum Ableiten einer Leckage.
12. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Endkappe (57) weiter umfasst:
 - ein Ventil (61); und
 - einen Federraum (59) mit einer Druckfeder (56) und einem Anschlag (58).
13. Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Federraum (59) mit dem Ventilkörper (1) über eine Entlastungsbohrung (62) verbunden ist.

14. Verwendung des Regelventils nach einem der vorhergehenden Patentansprüche als Einspritzregelventil zum Steuern einer Einspritzeinheit (15), insbesondere einer Spritzgießmaschine.

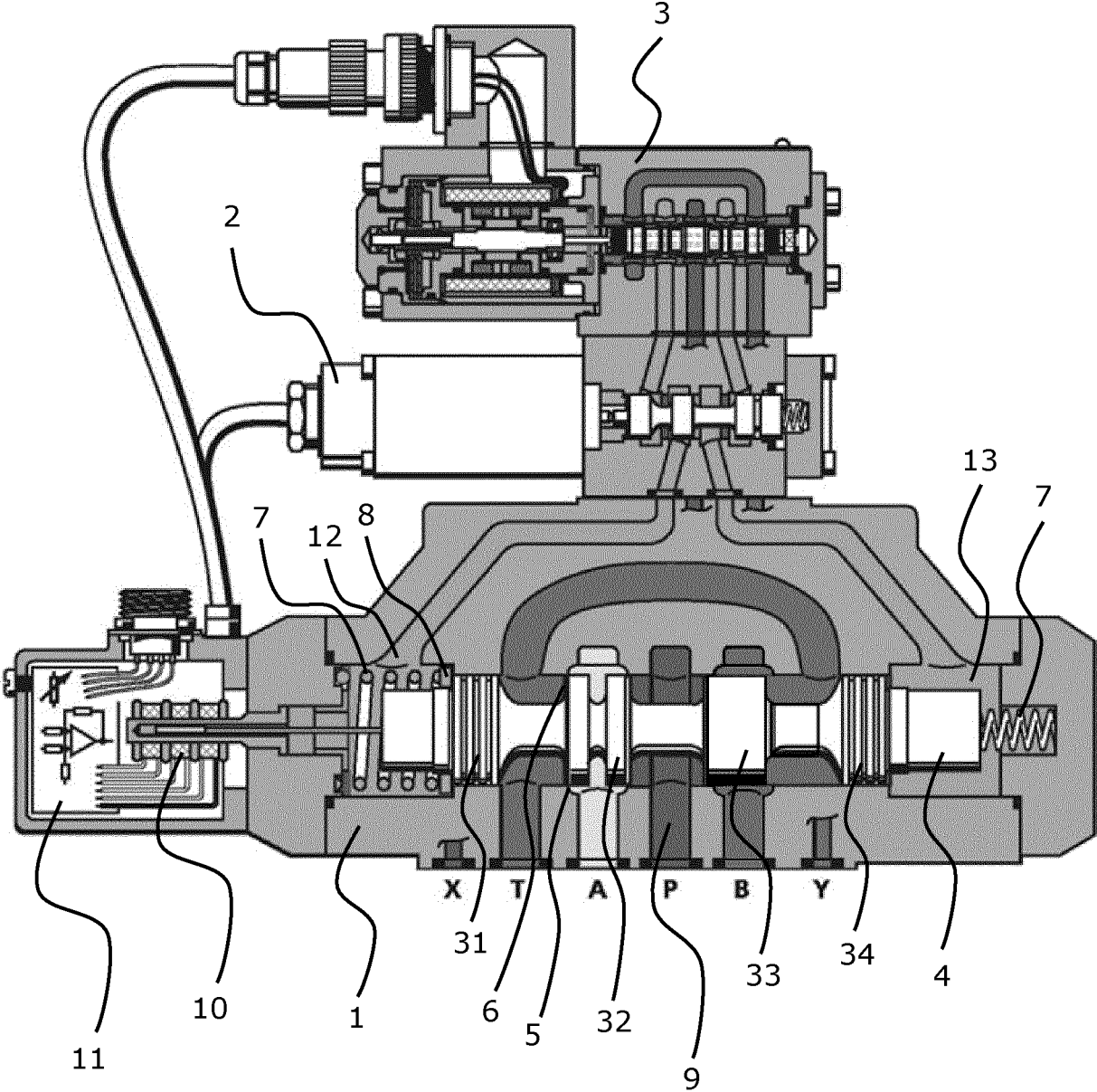
5

15. Regelventilsystem (100), umfassend

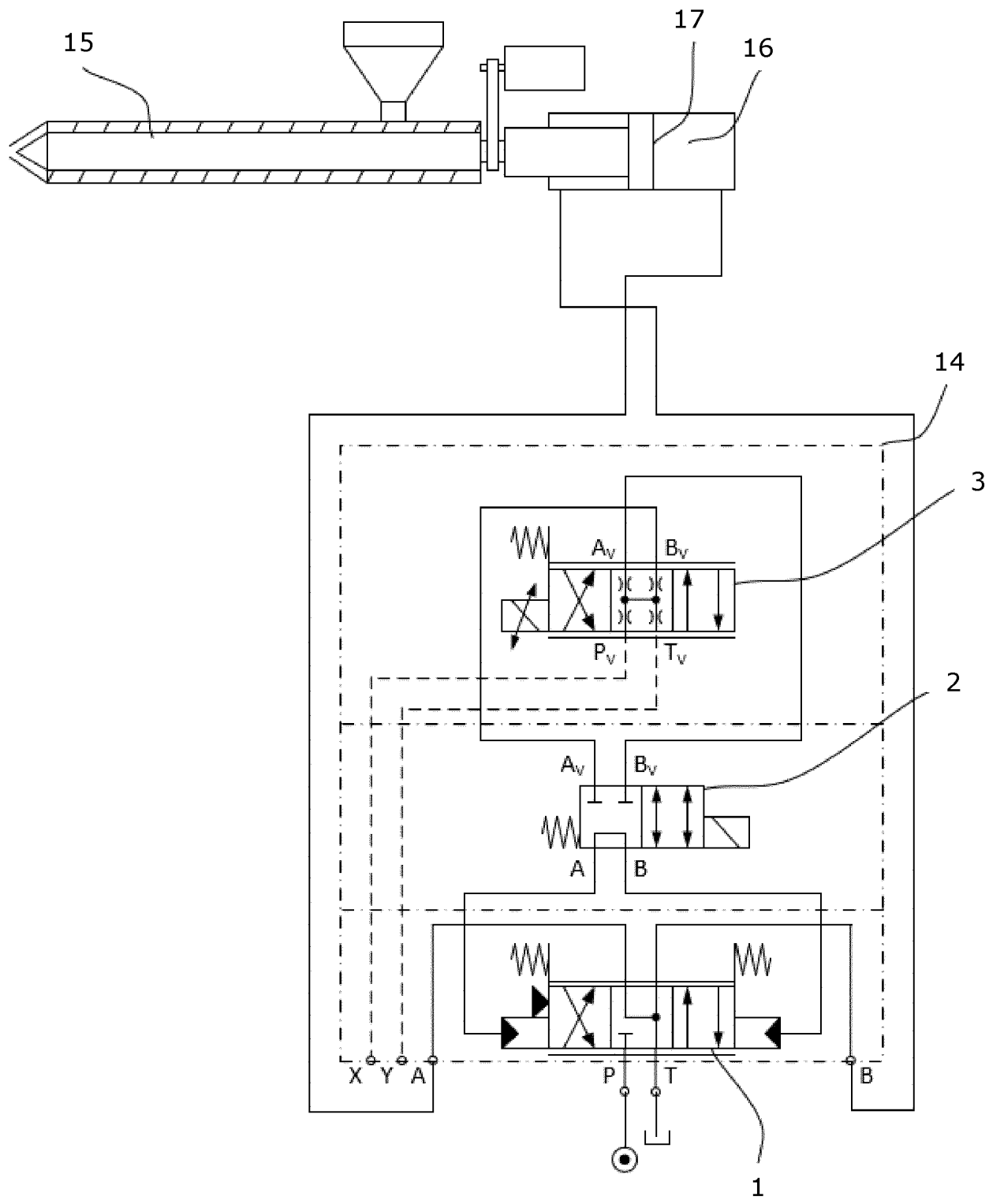
- ein Vorsteuerventil (3);
- ein Failsafe-Ventil (2), und

10

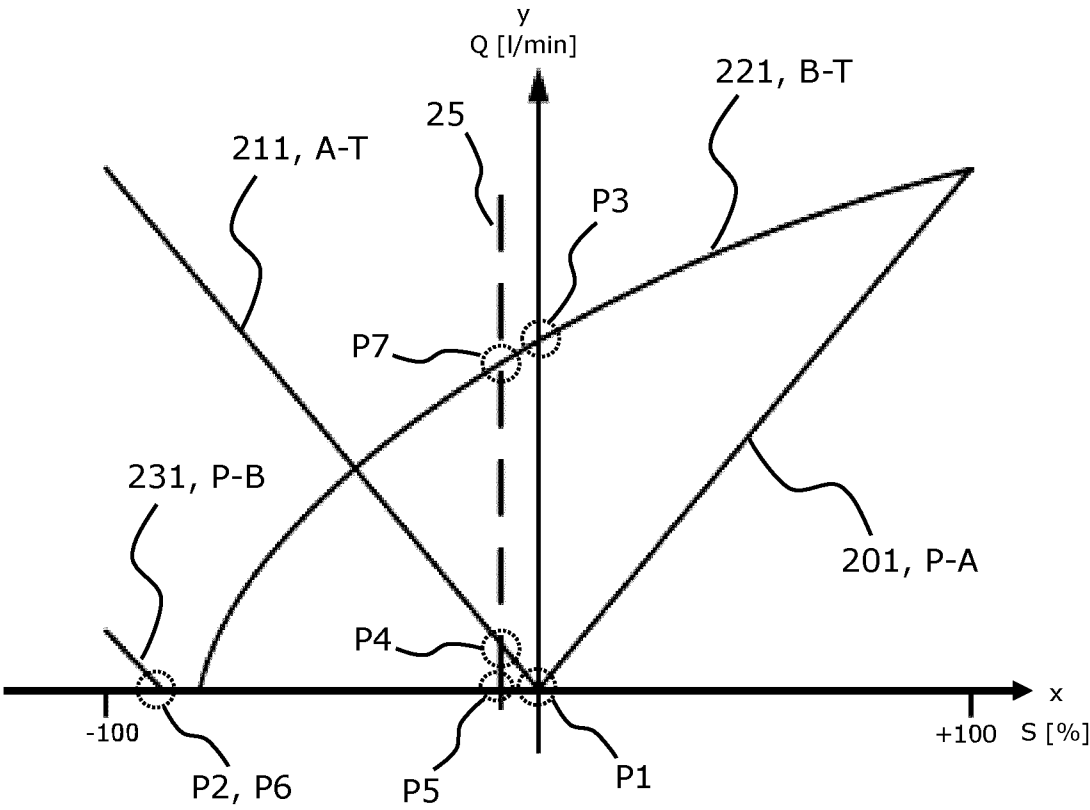
- Regelventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche.



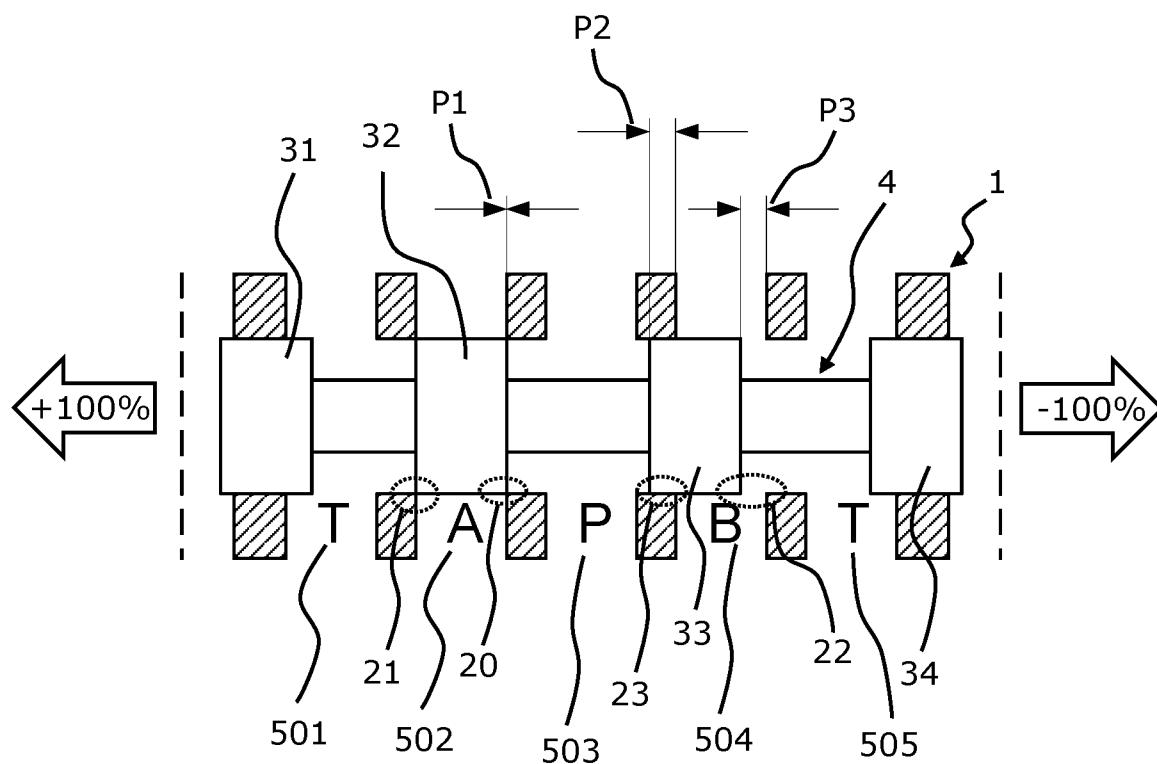
Figur 1



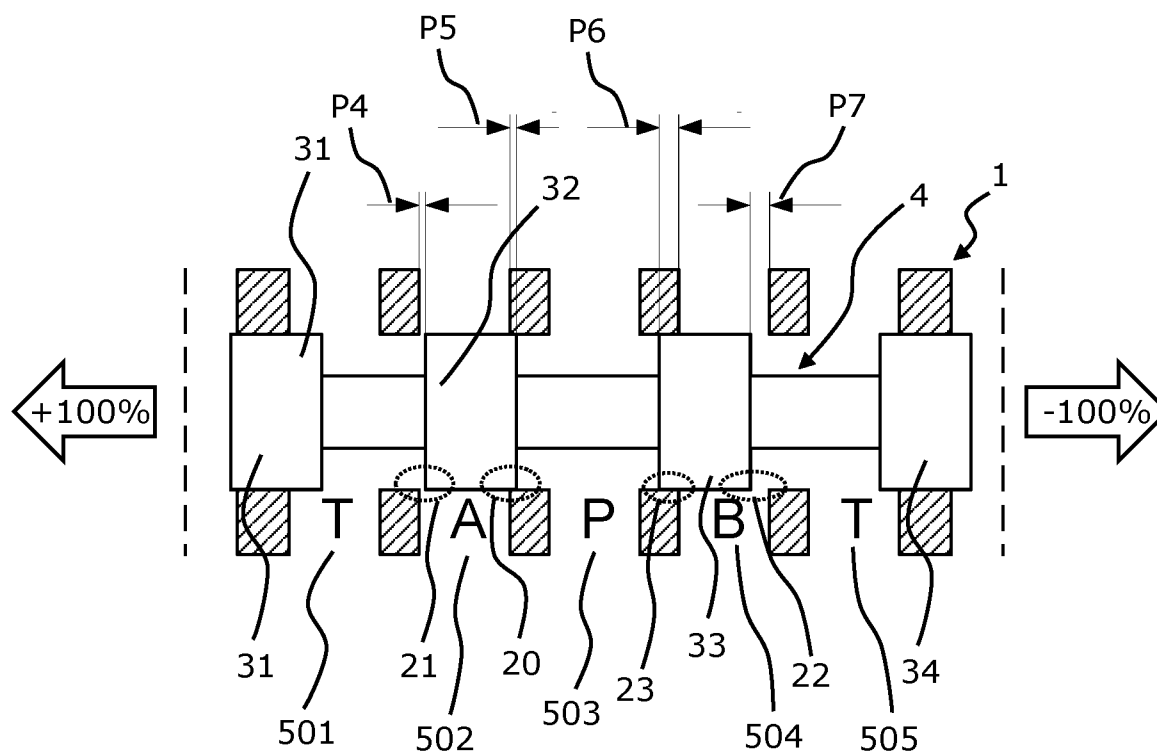
Figur 2



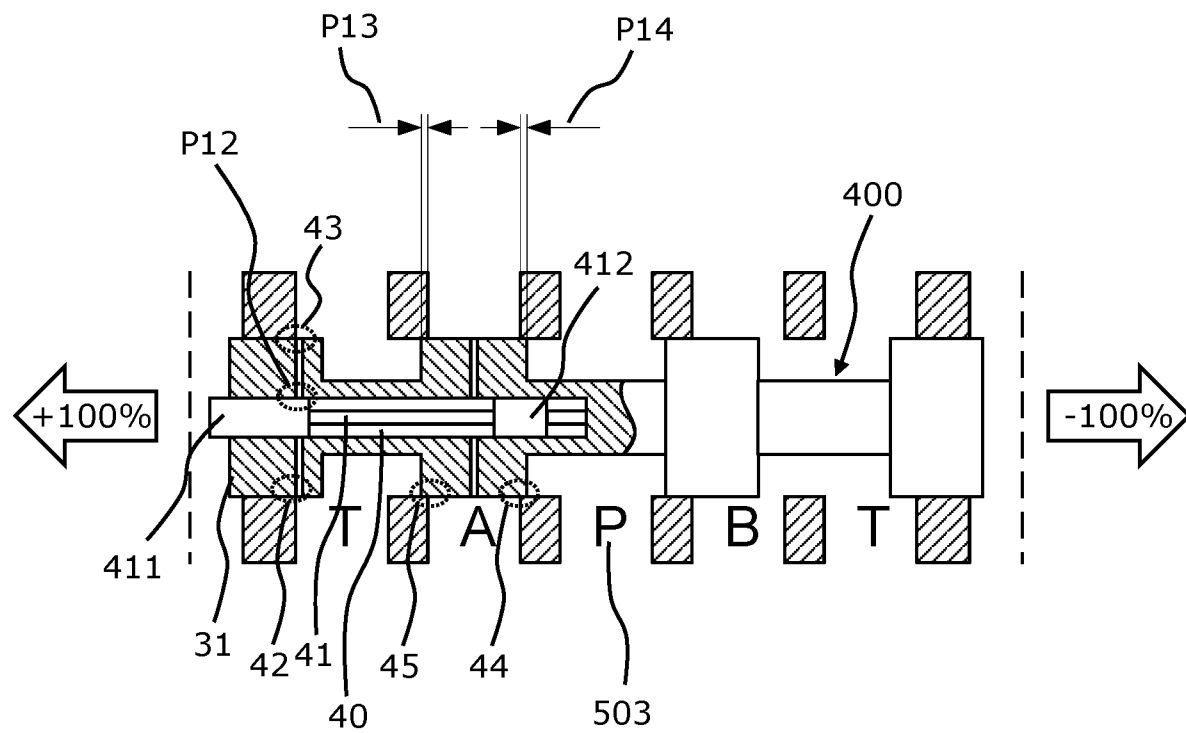
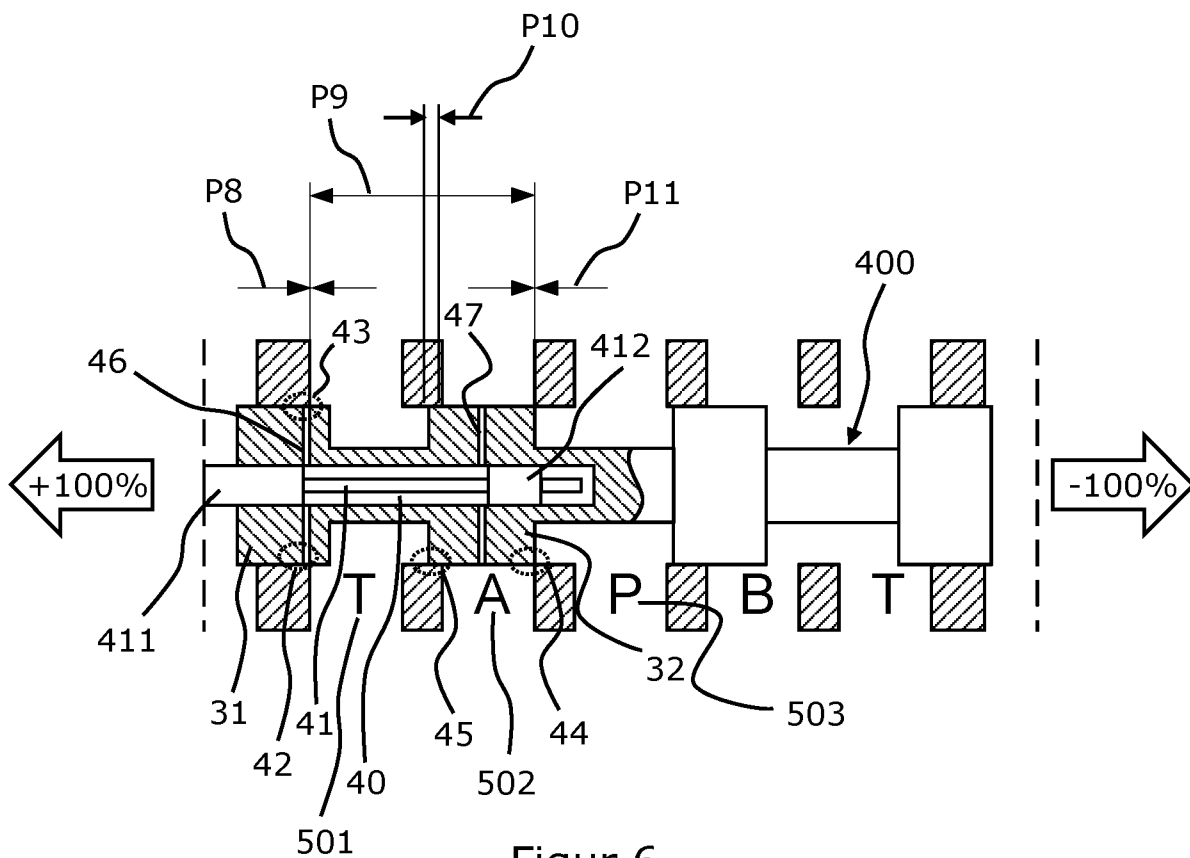
Figur 3

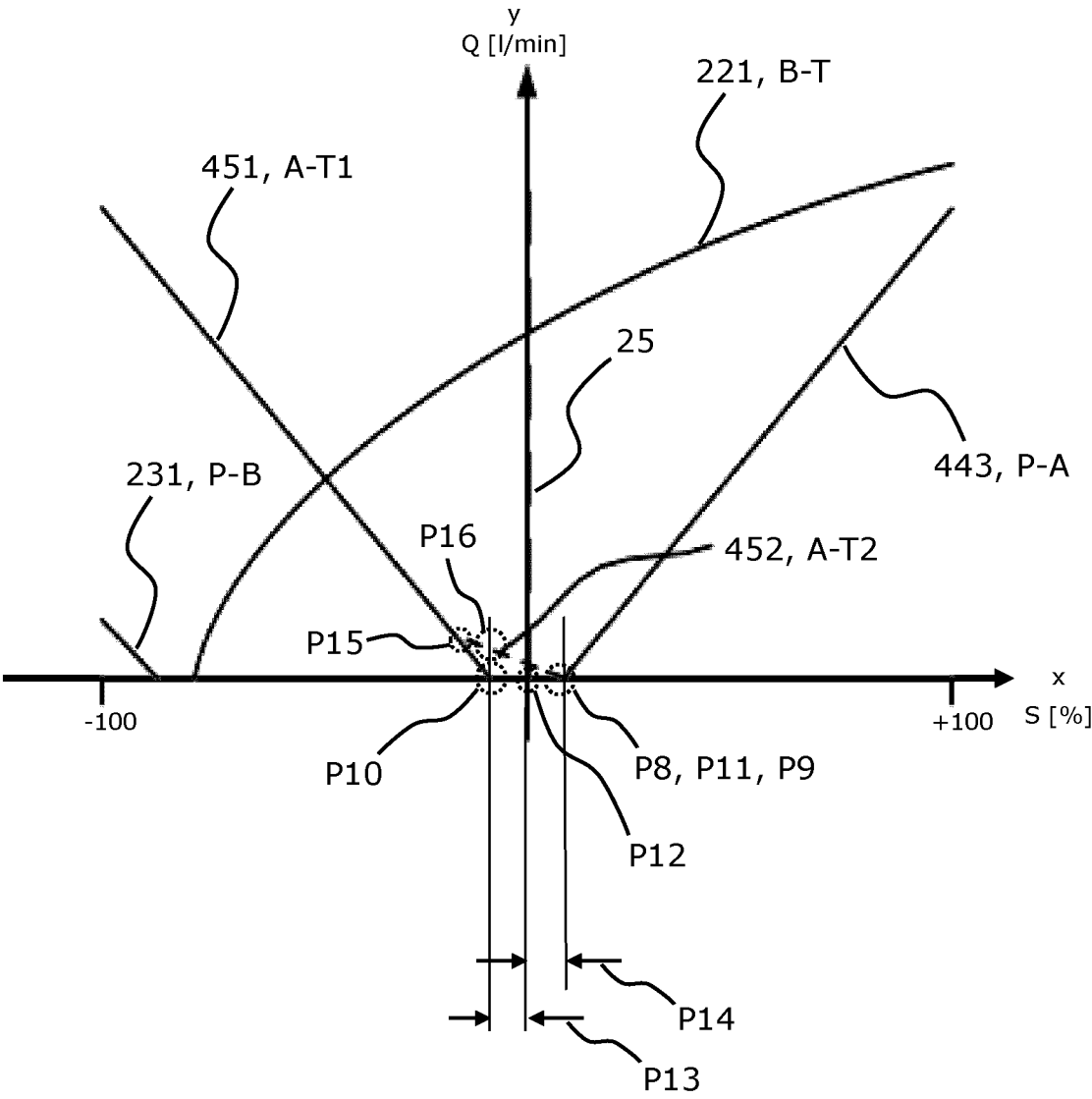


Figur 4

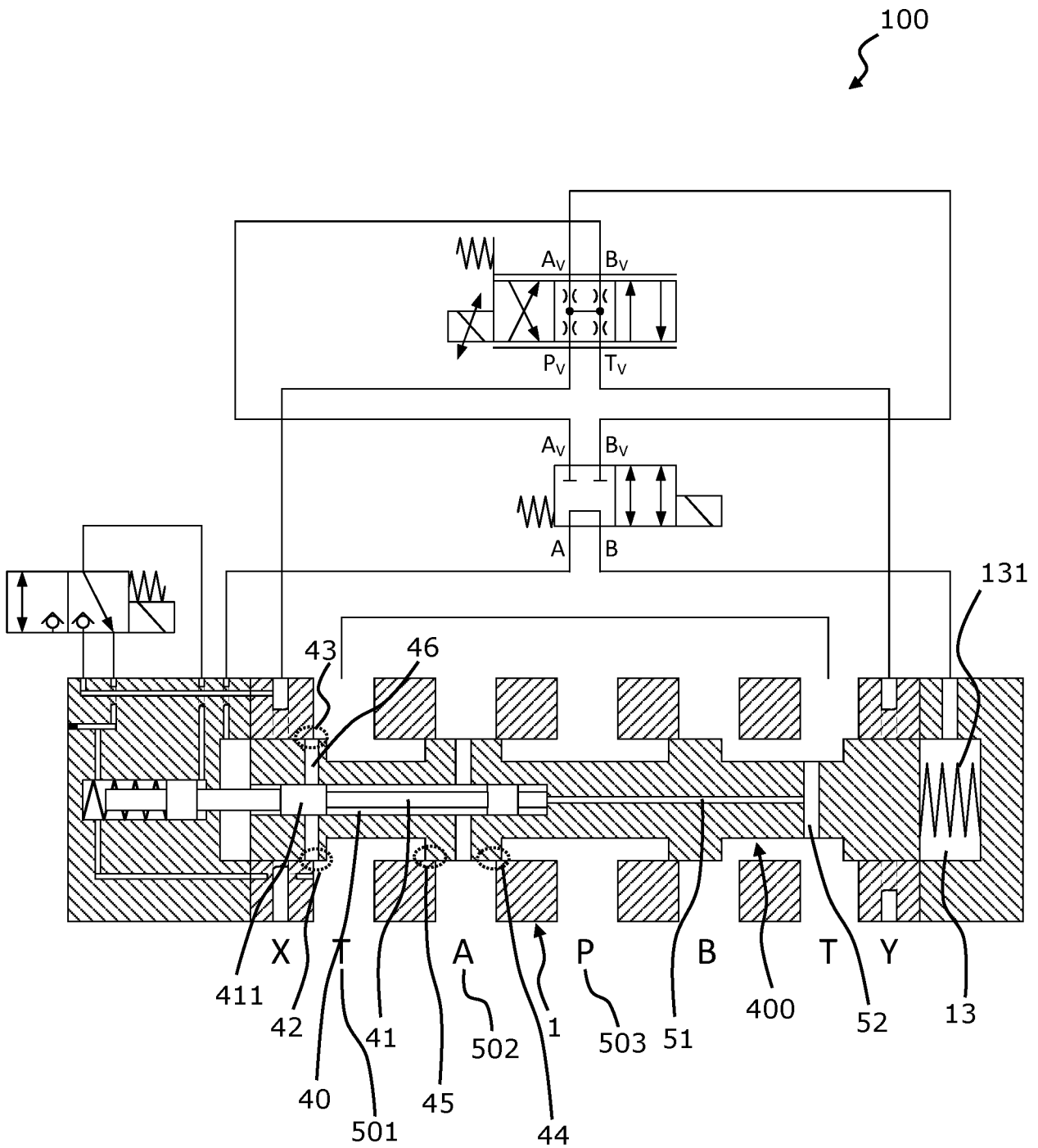


Figur 5

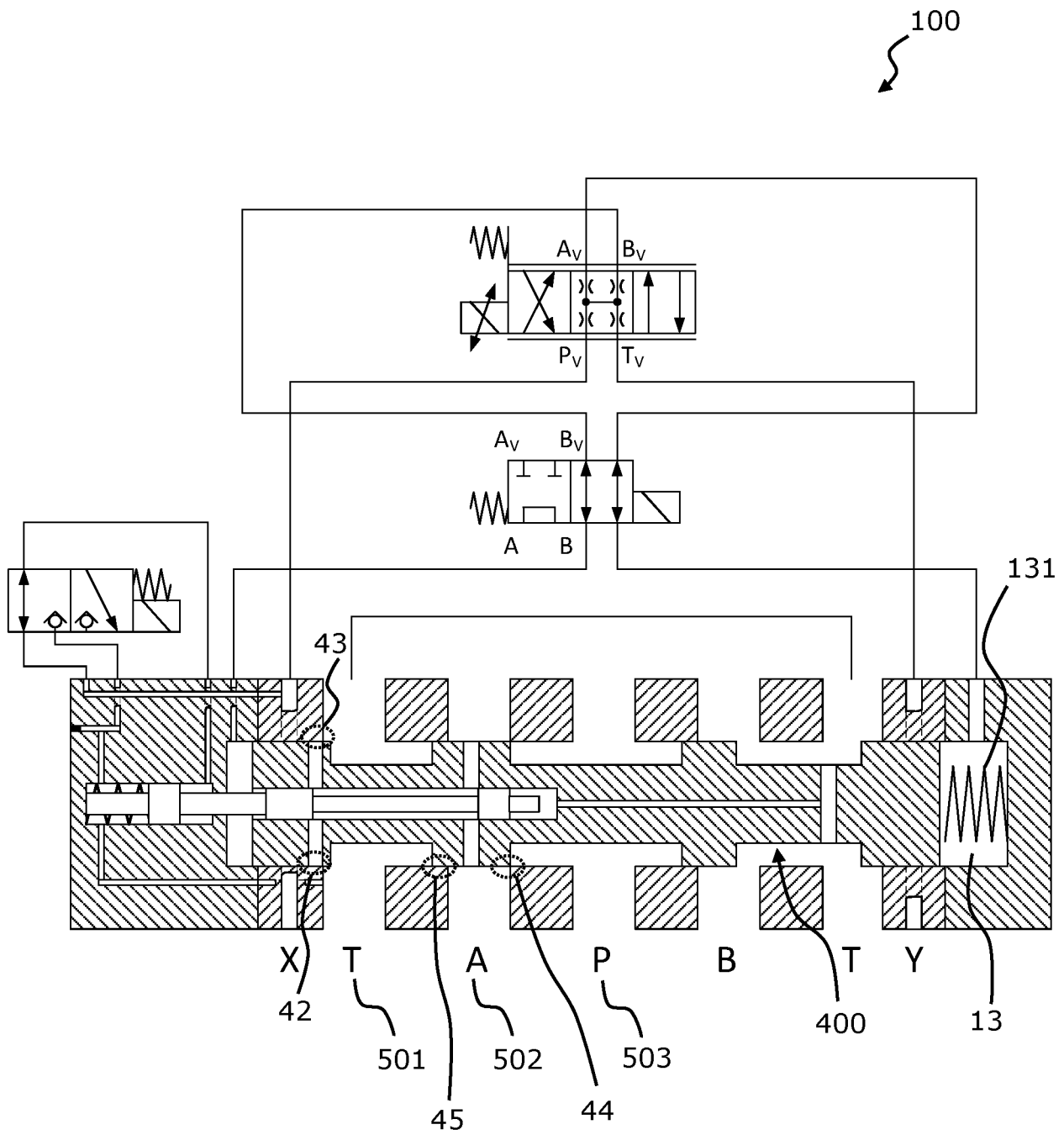




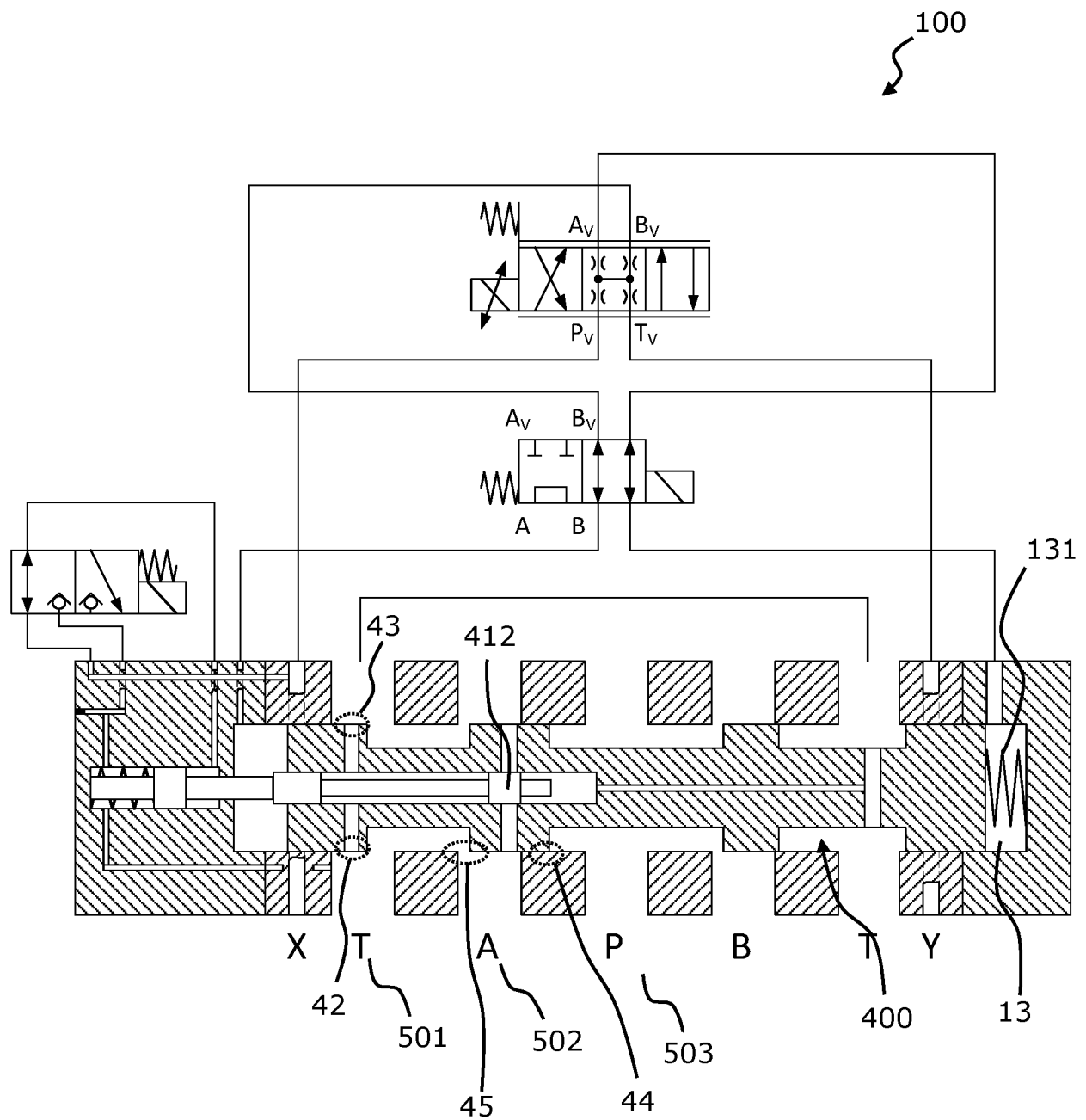
Figur 8



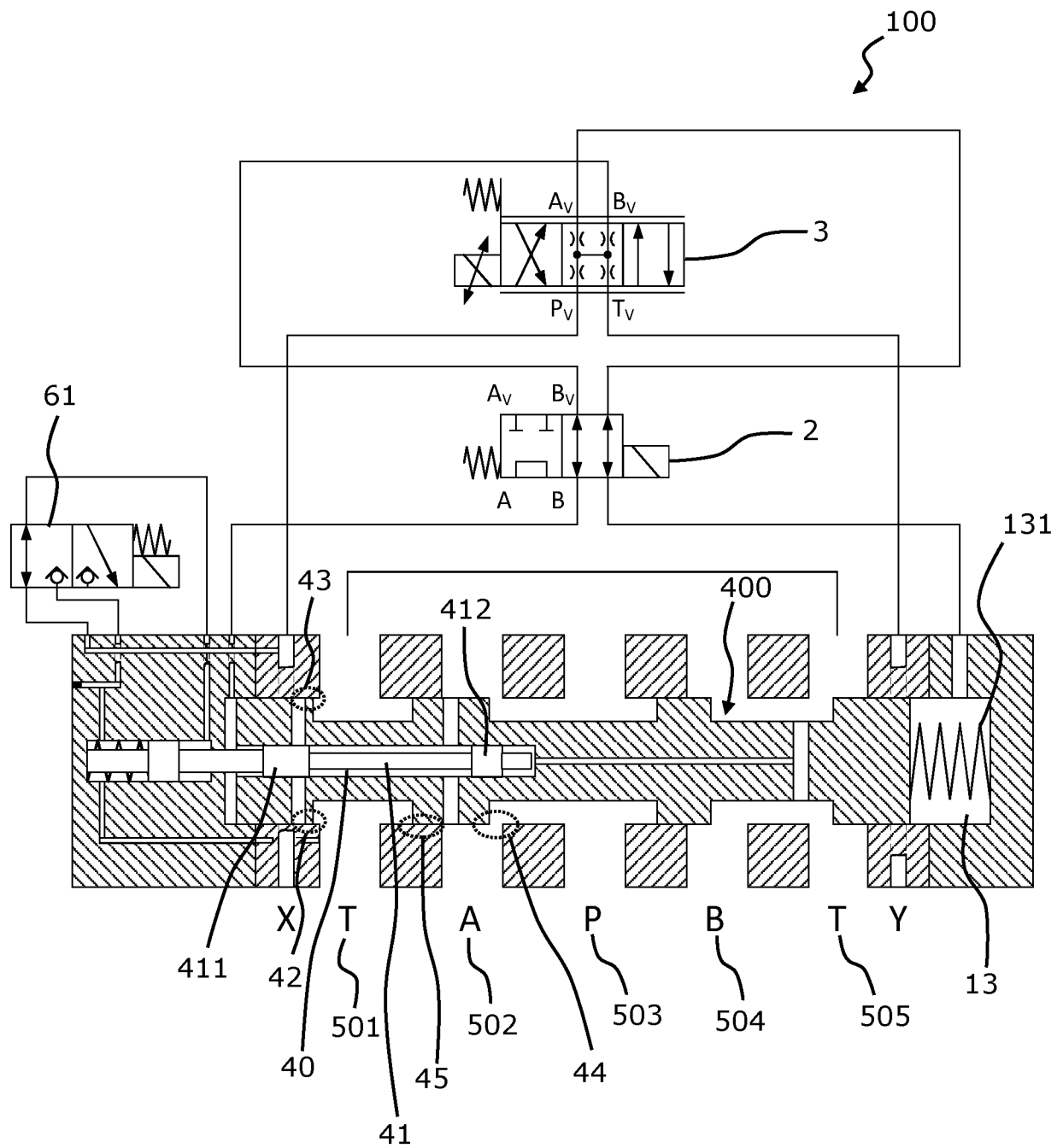
Figur 9



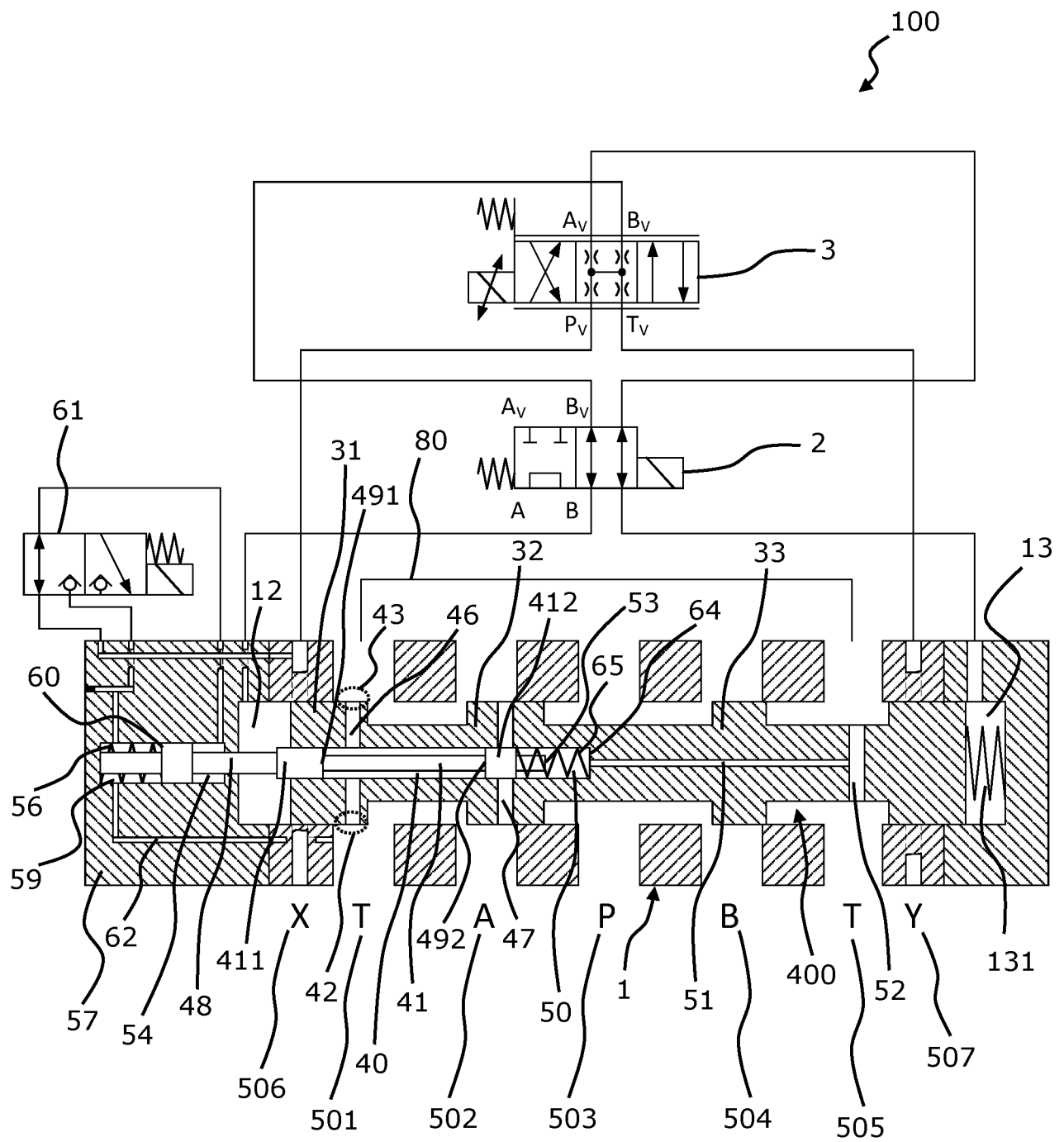
Figur 10



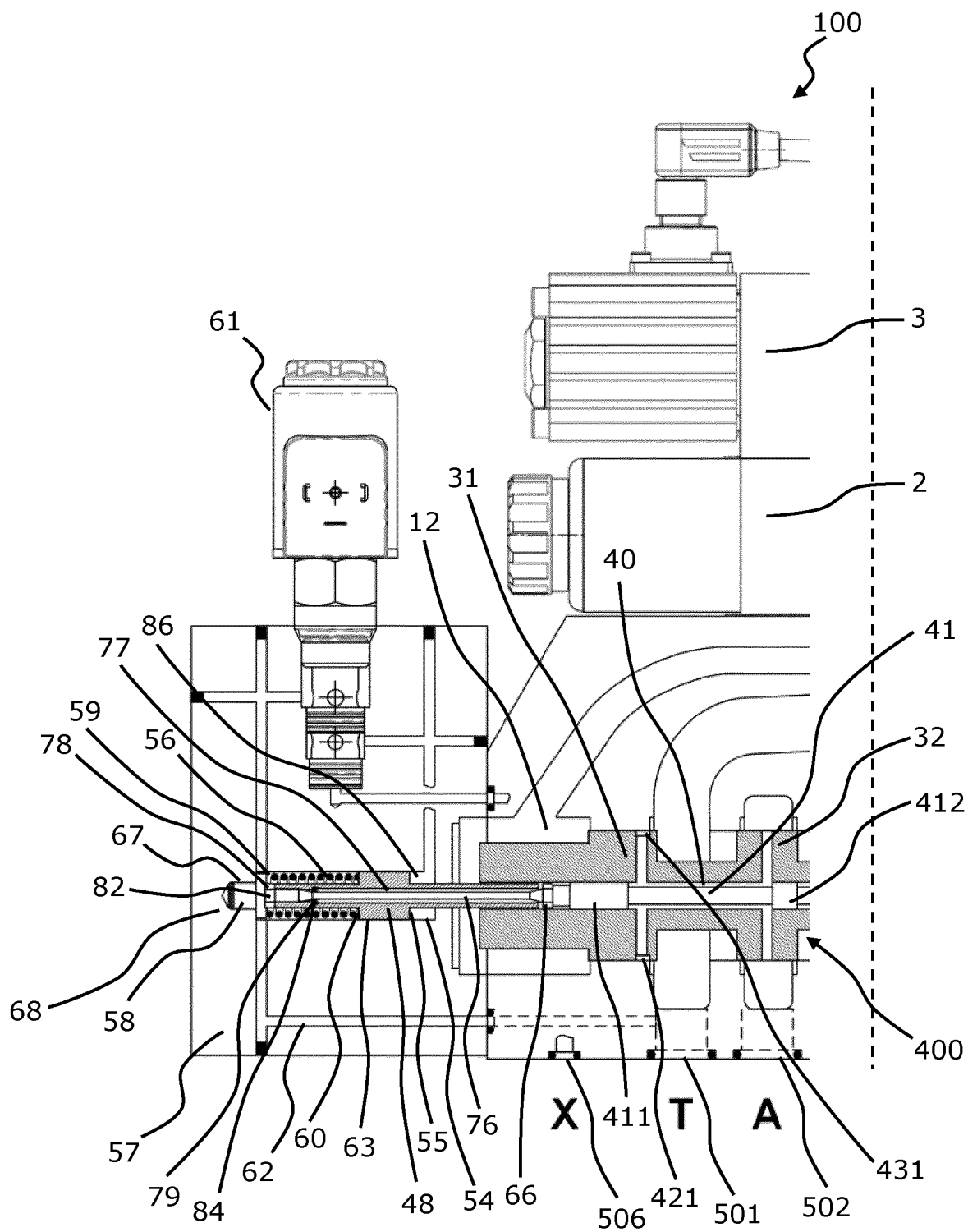
Figur 11



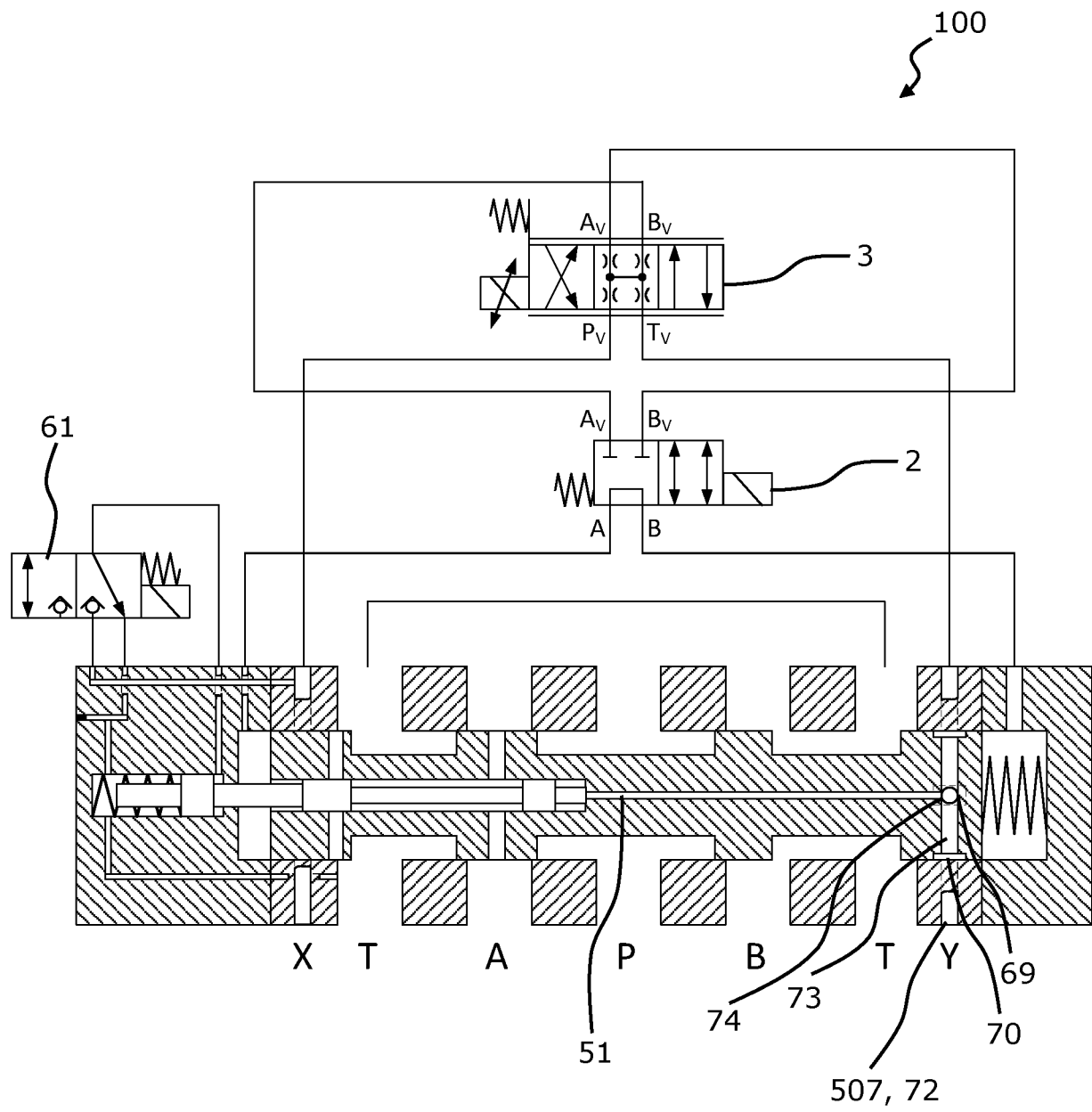
Figur 12



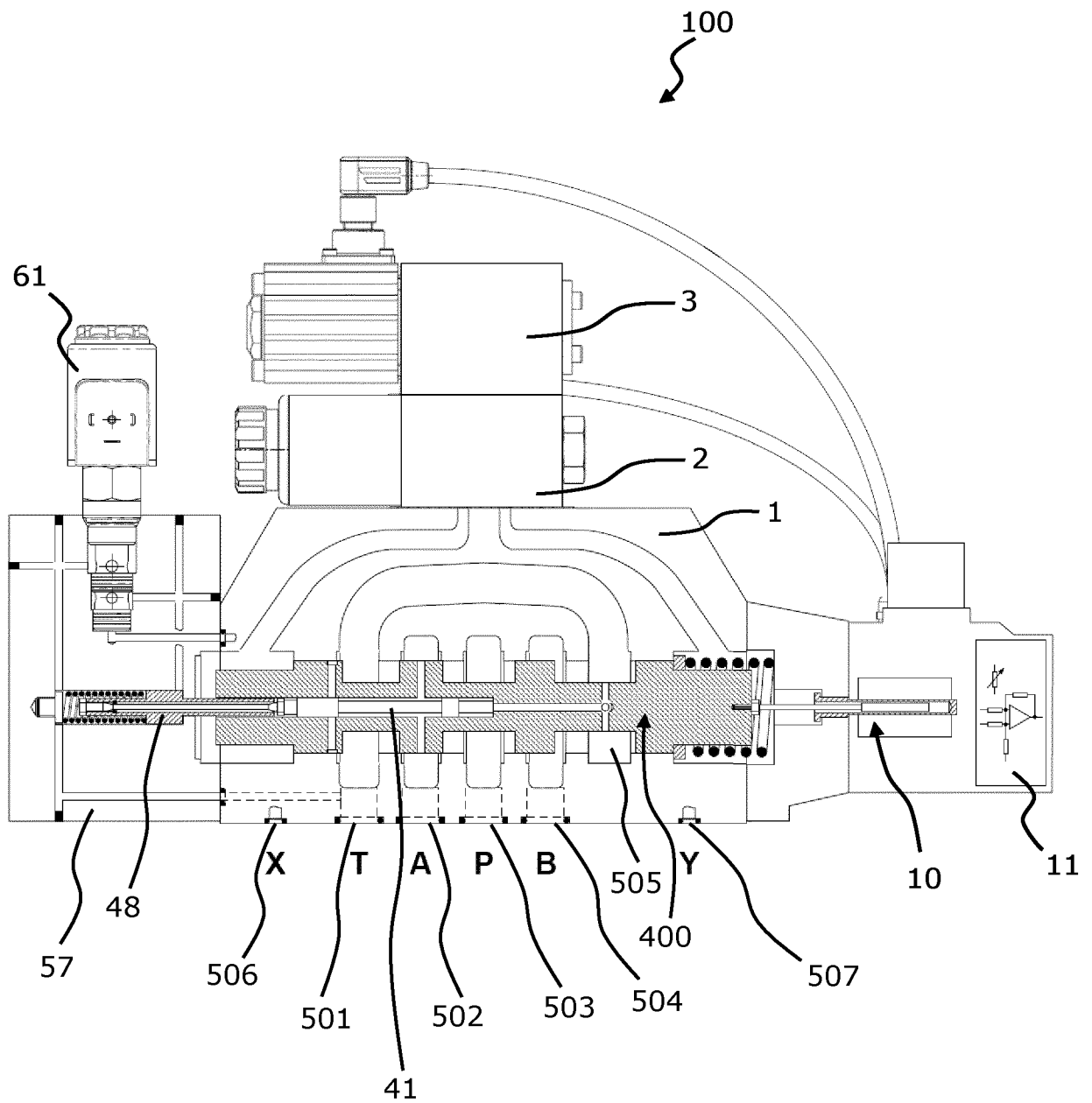
Figur 13



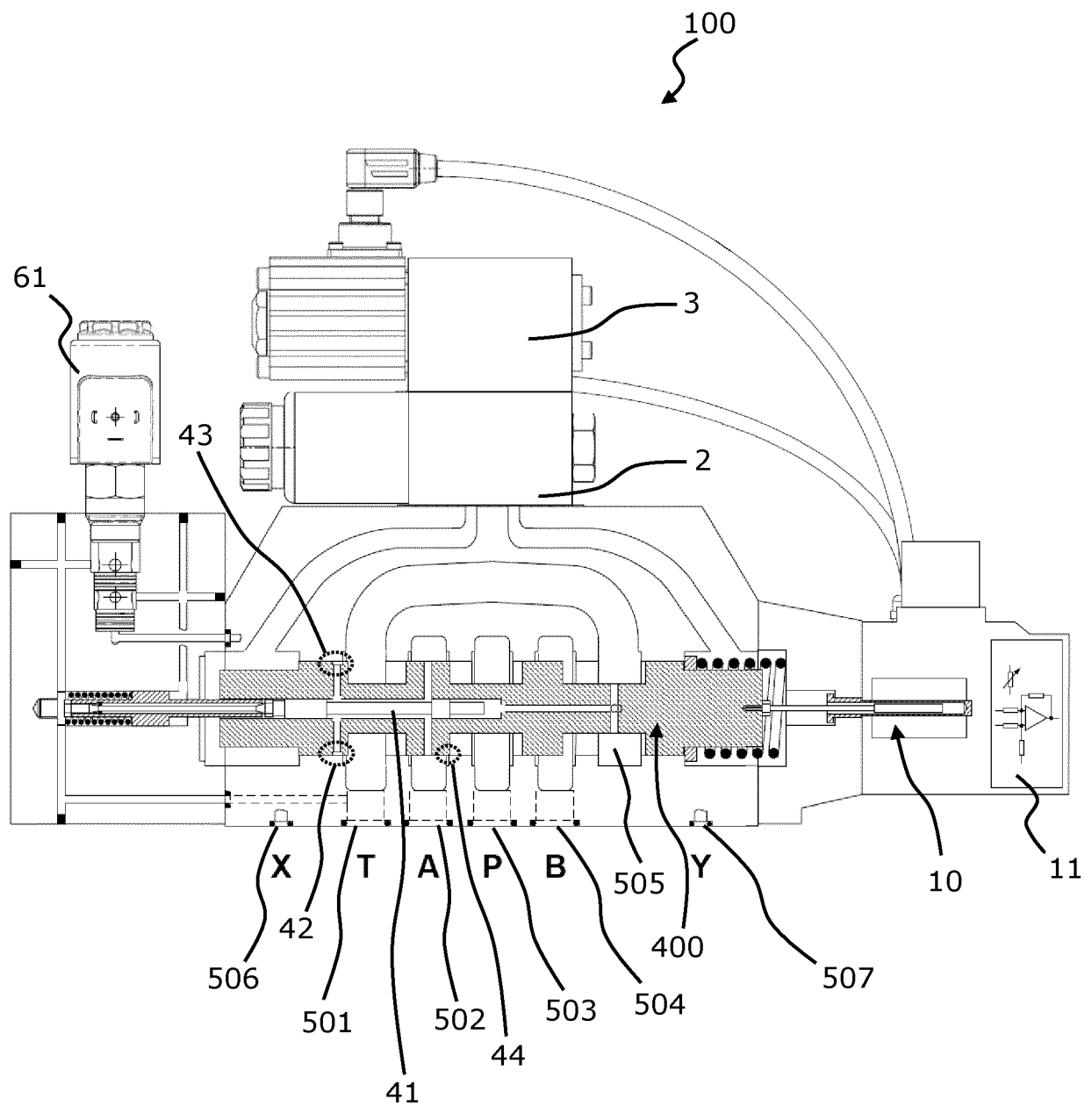
Figur 14



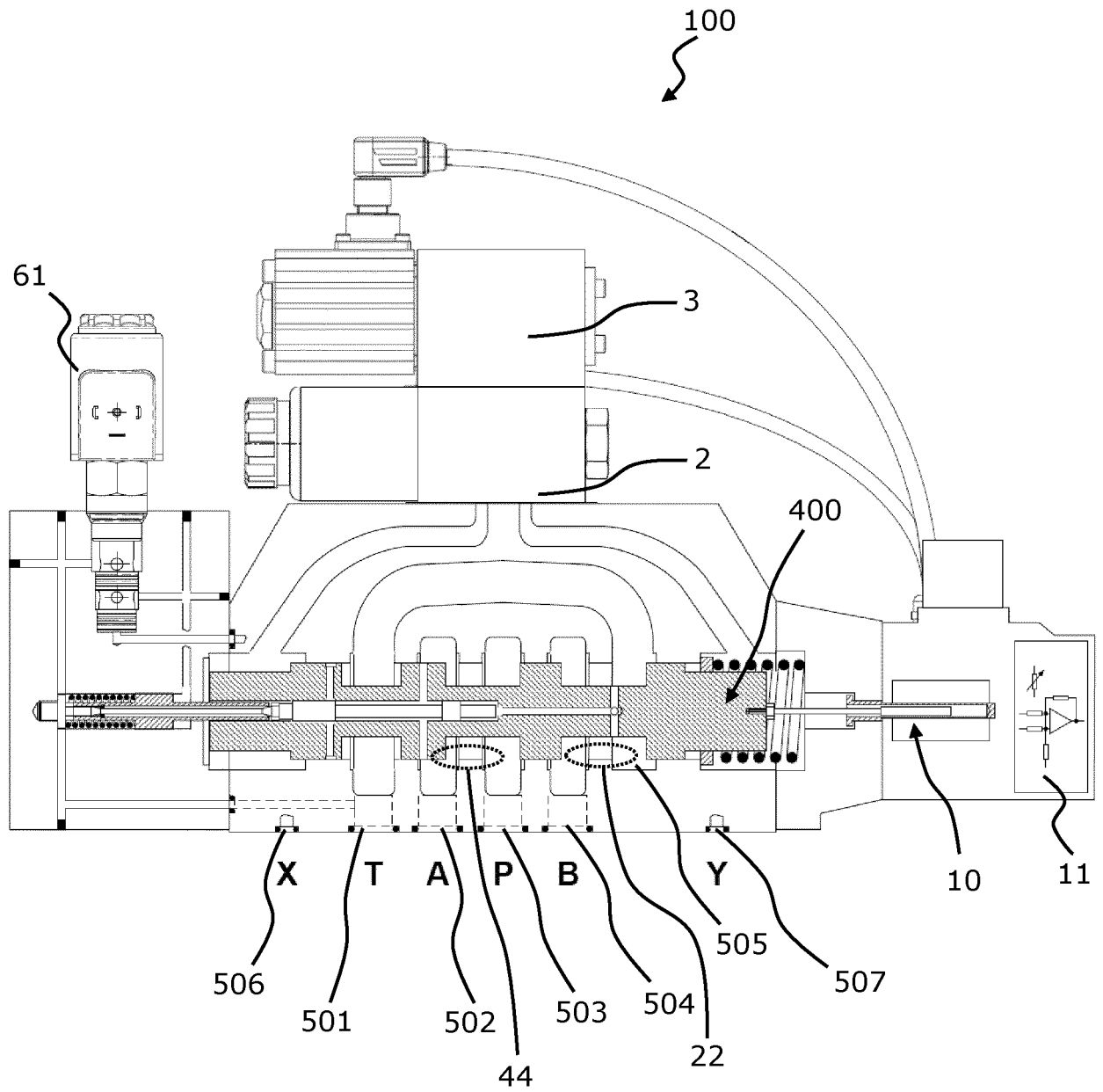
Figur 15



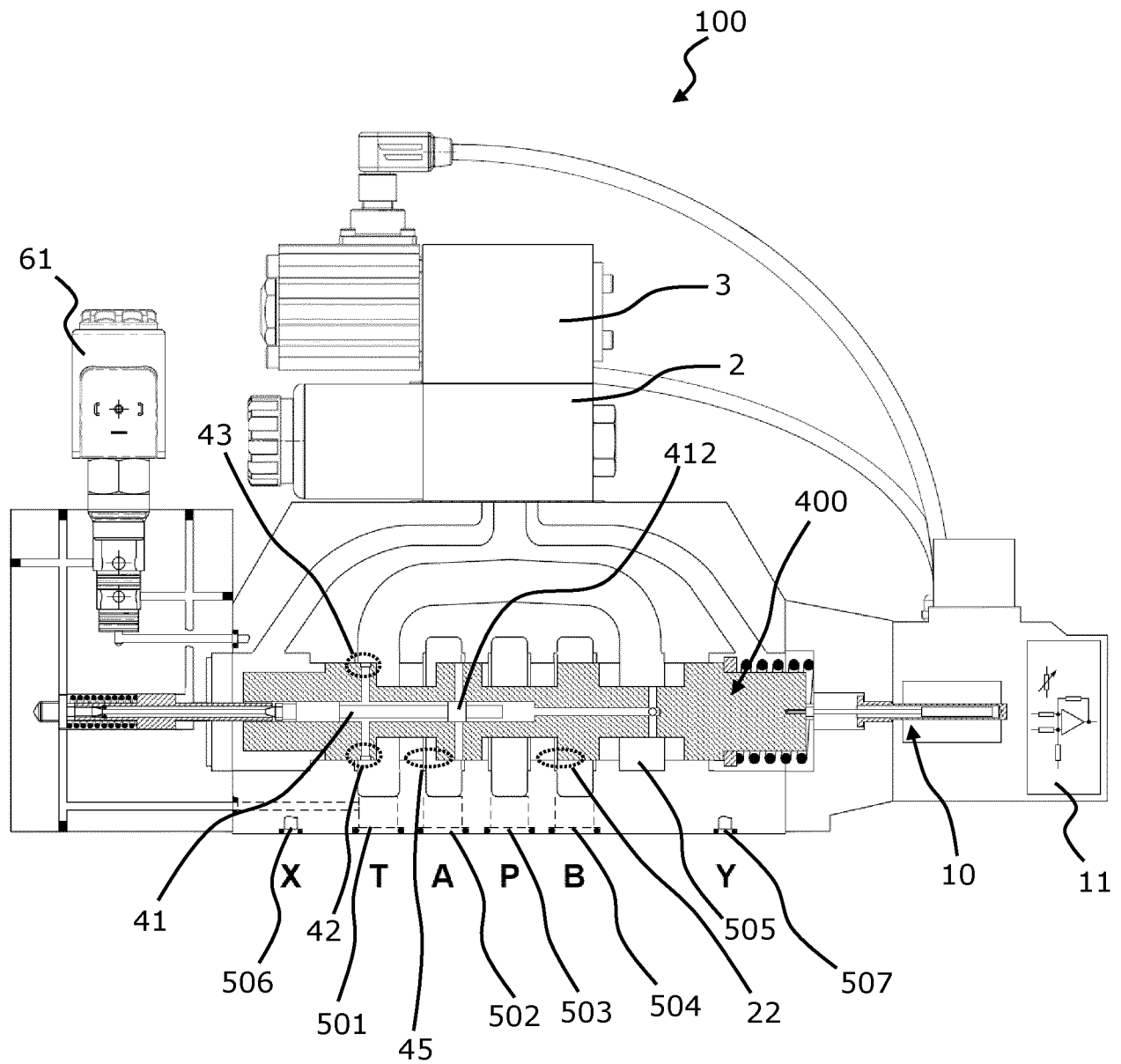
Figur 16



Figur 17



Figur 18



Figur 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/061383

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F15B 13/04*(2006.01)i; *B29C 45/00*(2006.01)i; *F15B 20/00*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F15B; B29C; F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 5136242 B2 (AISIN AW CO) 06 February 2013 (2013-02-06) paragraph [0018] - paragraph [0025]; figures 1, 3a-3b	1, 2, 6-11 3-5,12,13,15
X A	US 5279121 A (BARBER DENNIS R [US]) 18 January 1994 (1994-01-18) column 3, line 40 - column 6, line 3; figures 1-3	1-4,6-9,11 5,12-15
A	DE 3738241 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 May 1989 (1989-05-24) column 1, line 57 - column 2, line 3 column 2, line 25 - line 30	1-15
A	DE 4227563 C2 (MANNESMANN REXROTH AG [DE]) 13 April 2000 (2000-04-13) column 4, line 7 - column 6, line 18; figure 2	1-15
A	US 5445188 A (BOURKEL ARSENE [LU] ET AL) 29 August 1995 (1995-08-29) column 2, line 4 - line 8 column 7, line 39 - line 49; figures 2A, 2B column 7, line 65 - column 8, line 19; figures 3A-3B	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 July 2024

Date of mailing of the international search report

23 July 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Díaz Antuña, Elena

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/061383

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	5136242	B2	06 February 2013	CN	101896753	A	24 November 2010
				DE	112009000059	T5	16 September 2010
				JP	5136242	B2	06 February 2013
				JP	2010007778	A	14 January 2010
				US	2010301248	A1	02 December 2010
				WO	2009157471	A1	30 December 2009
US	5279121	A	18 January 1994	DE	69414614	T2	06 May 1999
				EP	0607903	A2	27 July 1994
				JP	3463179	B2	05 November 2003
				JP	H06280817	A	07 October 1994
				US	5279121	A	18 January 1994
DE	3738241	A1	24 May 1989	NONE			
DE	4227563	C2	13 April 2000	NONE			
US	5445188	A	29 August 1995	AT	E168450	T1	15 August 1998
				CA	2124429	A1	28 November 1994
				CN	1098484	A	08 February 1995
				EP	0628731	A1	14 December 1994
				JP	3519122	B2	12 April 2004
				JP	H06341409	A	13 December 1994
				LU	88277	A1	01 December 1994
				RU	2124666	C1	10 January 1999
				US	5445188	A	29 August 1995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F15B13/04 B29C45/00
ADD. F15B20/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F15B B29C F16K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 5 136242 B2 (AISIN AW CO) 6. Februar 2013 (2013-02-06)	1,2,6-11
A	Absatz [0018] - Absatz [0025]; Abbildungen 1, 3a-3b -----	3-5,12, 13,15
X	US 5 279 121 A (BARBER DENNIS R [US]) 18. Januar 1994 (1994-01-18)	1-4,6-9, 11
A	Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 3; Abbildungen 1-3 -----	5,12-15
A	DE 37 38 241 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Mai 1989 (1989-05-24) Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 2, Zeile 3 Spalte 2, Zeile 25 - Zeile 30 ----- -/- -	1-15

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
---	--

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 8. Juli 2024	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 23/07/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Díaz Antuña, Elena

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 42 27 563 C2 (MANNESMANN REXROTH AG [DE]) 13. April 2000 (2000-04-13) Spalte 4, Zeile 7 - Spalte 6, Zeile 18; Abbildung 2 -----	1 - 15
A	US 5 445 188 A (BOURKEL ARSENE [LU] ET AL) 29. August 1995 (1995-08-29) Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 8 Spalte 7, Zeile 39 - Zeile 49; Abbildungen 2A, 2B Spalte 7, Zeile 65 - Spalte 8, Zeile 19; Abbildungen 3A-3B -----	1 - 15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/061383

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 5136242	B2	06-02-2013	CN	101896753 A		24-11-2010
			DE	112009000059 T5		16-09-2010
			JP	5136242 B2		06-02-2013
			JP	2010007778 A		14-01-2010
			US	2010301248 A1		02-12-2010
			WO	2009157471 A1		30-12-2009

US 5279121	A	18-01-1994	DE	69414614 T2		06-05-1999
			EP	0607903 A2		27-07-1994
			JP	3463179 B2		05-11-2003
			JP	H06280817 A		07-10-1994
			US	5279121 A		18-01-1994

DE 3738241	A1	24-05-1989	KEINE			

DE 4227563	C2	13-04-2000	KEINE			

US 5445188	A	29-08-1995	AT	E168450 T1		15-08-1998
			CA	2124429 A1		28-11-1994
			CN	1098484 A		08-02-1995
			EP	0628731 A1		14-12-1994
			JP	3519122 B2		12-04-2004
			JP	H06341409 A		13-12-1994
			LU	88277 A1		01-12-1994
			RU	2124666 C1		10-01-1999
			US	5445188 A		29-08-1995
