



PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 22 D / 316 985 2
(31) P3720586.2
P3738489.9

(22) 21.06.88
(32) 22.06.87
12.11.87

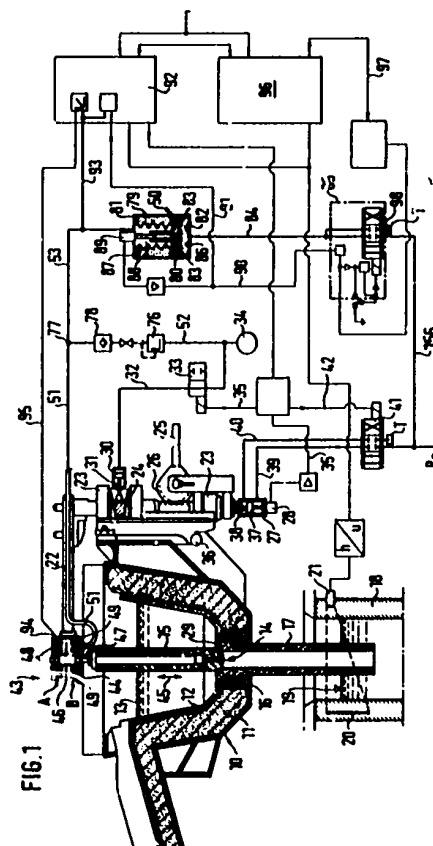
(44) 22.08.90
(33) DE

(71) siehe (73)
(72) Lothmann, Josef, DE
(73) Zimmermann & Jansen GmbH, Düren, DE
(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zum automatischen Füllen einer Stranggießkokille

(55) Verfahren; Vorrichtung; Stranggießkokille; (Stahl)-Schmelze; Stopfen; Badspiegelhöhe; Schließstellung; Kraft; Stellorgan; konstante Masse; elastisches Element; Gasdruckfedern; offene Federelemente

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Füllen einer Stranggießkokille mit (Stahl)-Schmelze und die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung und wird in der Metallurgie angewendet. Die Schmelze (13) wird durch eine mittels eines automatisch betätigten Stopfens (15) verschließbare Bodenauslaßöffnung (14) einer Verteilerrinne (10) oder eines Zwischengefäßes geregelt in die Stranggießkokille (18) gegossen, wobei während des Füllens der Stranggießkokille (18) der Stopfen (15) vorgegebene, insbesondere von der Badspiegelhöhe (19) in der Stranggießkokille (18) abhängige, Auf- und Abwärtsbewegungen (Doppelpfeil 45) ausführt, und zwar gegen die Wirkung einer den Stopfen (15) in Schließstellung drängenden Kraft. Die Auf- und Abwärtsbewegung des Stopfens (15) erfolgt durch ein unmittelbar am oberen Ende desselben angreifendes Stellorgan (B). Die den Stopfen (15) in Schließstellung drängende Kraft wird entweder durch eine konstante Masse (121) oder ein elastisches Element (48) erhalten, welches mit steigender Temperatur den Stopfen (15) in entsprechend zunehmender Weise in Schließstellung zu drängen versucht. Als elastisches Element dienen vorzugsweise geschlossene Gasdruckfedern (48), während das Stellorgan (B) vorzugsweise durch offene Federelemente (49) gebildet wird, die hinsichtlich ihrer Konstruktion den geschlossenen Federelementen (48) entsprechen. Durch die Erfindung wird eine höchst präzise Stopfenbewegung und damit Gießspiegel-Regelung erreicht. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Verfahren zum automatischen Füllen einer Stranggießkokille mit (Stahl-) Schmelze, bei dem die Schmelze durch eine mittels eines automatisch betätigten Stopfens verschließbare Bodenausflußöffnung eines metallurgischen Gefäßes, insbesondere einer Verteilerrinne, geregelt in die Stranggießkokille gegossen wird, wobei während des Füllens der Stranggießkokille der Stopfen vorgegebene, insbesondere von der Badspiegelhöhe in der Stranggießkokille abhängige Auf- und Abwärtsbewegungen ausführt, und zwar gegen die Wirkung eines den Stopfen in Schließstellung drängenden elastischen Elements oder einer Kraft, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewegung des Stopfens (15) durch ein unmittelbar am oberen Ende desselben angreifendes Stellorgan (B) geregelt wird, wobei das den Stopfen (15) in Schließstellung drängende elastische Element (A) mit steigender Temperatur des Stopfens (15) in entsprechend zunehmender Weise gegen die Wirkung des Stellorgans (B) in Schließstellung zu drängen versucht oder in den Stopfen (15) in Schließstellung drängende Kraft konstant ist, wobei die Bewegung des Stopfens (15) durch ein unmittelbar am oberen Ende desselben angreifendes Stellorgan (B) geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auf- und Abwärtsbewegung (45) des Stopfens (15) durch die am elastischen Element (A) festgestellte Temperatur bestimmt bzw. in Abhängigkeit von dieser und der daraus errechneten Schließkraft des elastischen Elements (A) gesteuert wird.
3. Verfahren, nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stopfen (15) in Offenstellung oszillierend in Richtung seiner Auf- und Abwärtsbewegung und/oder um seine Längsachse bewegt wird, wobei die oszillierende Bewegung der Auf- und Abwärtsbewegung des Stopfens (15) überlagert werden kann.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wegstrecke und Stellung des Stopfens (15) indirekt durch die Kraft oder den Druck, der auf das elastische Element (A) ausgeübt wird, und/oder direkt durch einen dem Stopfen (15) unmittelbar zugeordneten Wegstreckenmesser, insbesondere optischen (Laser) oder pneumatischen Wegstreckenmesser, festgestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Härte bzw. Federkennlinie des in Schließrichtung des Stopfens (15) wirkenden elastischen Elements (A) variierbar ist.
6. Vorrichtung zum automatischen Füllen einer Stranggießkokille mit einer regelbaren Verstellung eines Stopfens einer Verteilerrinne oder eines metallurgischen Gefäßes in einer (Knüppel- oder Block-) Stranggießanlage, wobei der Stopfen an einer über der Verteilerrinne oder dem metallurgischen Gefäß angeordneten, gegebenenfalls mit einer in einer an der Verteilerrinne oder am Zwischengefäß befestigten Führung vertikal verschiebbaren Stange verbundenen Traverse bzw. Fahne oder einer Traverse bzw. Fahne angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Fahne (22) und dem Stopfen (15) ein Stopfen-Antriebskopf (43) angeordnet ist, der ein mit steigender Temperatur den Stopfen in entsprechend zunehmender Weise in Schließstellung drängendes elastisches Stopfen-Schließelement (A) sowie ein gegen die Wirkung dieses Elements (A) wirksames, insbesondere hydraulisch oder pneumatisch betätigbares Stopfen-Stellorgan (B) aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stopfen-Schließelement (A) durch mindestens eine Gasdruckfeder, insbesondere geschlossene Gasdruckfeder (48) gebildet ist, während als Stellorgan (B) ein oder mehrere offene Federelemente (49) dienen, die hydraulisch und/oder pneumatisch gemeinsam oder individuell gegen die Wirkung des oder der geschlossenen Federelemente (48) beaufschlagbar sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stopfen-Schließelement (A) durch mindestens ein, vorzugsweise drei in einer Ebene etwa senkrecht zur Stopfenlängsachse um diese herum in etwa gleichem Abstand voneinander angeordnete Federelemente (48; 118; 119) gebildet ist, während als Stopfen-Stellorgan (B) ebenfalls mindestens ein, vorzugsweise mindestens drei nach Art einer Kolben-Zylinder-Einheit arbeitende Stellelemente (49) dienen, die jeweils zwischen den das Stopfen-Schließelement (A) bildenden Federelementen (48; 118; 119) angeordnet und hydraulisch und/oder pneumatisch gemeinsam oder individuell gegen die Wirkung der das Stopfen-Schließelement (A) bildenden Federelemente (48; 118; 119) beaufschlagbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das bzw. die das Stopfen-Schließelement (A) bildenden Federelemente geschlossene Gasdruckfedern (48) mit mit steigender Temperatur zunehmender Härte oder hochtemperaturbeständige Tellerfedern (118; 119) mit von der Temperatur im wesentlichen unabhängiger konstanter Federhärte sind, wobei bei in vertikaler Richtung unverrückbarer Traverse bzw. Fahne (22) sowohl die das Stopfen-Schließelement (A) bildenden Federelemente (48; 118; 119) als auch die dagegenwirkenden Stopfen-Stellelemente (49) eine Stopfenhubstrecke von mindestens 50 bis 100 mm, insbesondere etwa 70 mm, erlauben.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vertikal verschiebbaren Stange (24), an welcher die den Stopfen-Antriebskopf (43) samt Stopfen (15) tragende Fahne (22) angeschlossen ist, eine mechanisch, hydraulisch und/oder pneumatisch betätigbare Feststelleinrichtung (30) zugeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß den offenen Federelementen (49) ein Druckerzeuger (50) zugeordnet ist, der eine hydropneumatische Transformeinheit bildet, wobei die hydraulische Seite (81; 82; 84) mit einem Druck- (85) oder Volumenstrom-Proportionalventil und die pneumatische Seite (53) mit einer Druckgasquelle (34) einerseits und den das Stellorgan (B) definierenden offenen Federelementen (49) andererseits fluidverbunden ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Leitung (52) zwischen der Druckgasquelle (34) und der pneumatischen Seite (53) des Druckerzeugers (50) ein Druckbegrenzungsventil (76) sowie ein nur in Richtung zur pneumatischen Seite (53) des Druckerzeugers (50) hin öffnenbares Rückschlagventil (78) angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Druckgasquelle (34) über ein Umschaltventil (33) mit der Feststelleinrichtung (30) für den den Stopfen-Antriebskopf (43) samt Stopfen (15) tragenden Galgen (Stange 24/Fahne 22) fluidverbunden ist.
14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Kolben (80) des Transform-Druckerzeugers (50) ein Weggeber (89) zugeordnet ist zur Rückmeldung der Kolbenbewegung an das der hydraulischen Antriebsseite zugeordnete Proportionalventil (85) sowie zum Vergleich der Kolbenbewegung mit der Stopfenbewegung, wobei zu diesem Zweck die vom Weggeber (89) gelieferten Wegstreckensignale in einem Signalprozessor (92) mit den aus Druck und Temperatur am Stellorgan (B) bzw. elastischen Element (A) ermittelten tatsächlichen Stopfenbewegungen vergleichbar sind.
15. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem elastischen Element (A) bzw. dem dieses definierende geschlossenen Federelementen (48) ein Thermoelement (94) zur Feststellung der dort herrschenden Temperatur zugeordnet ist, wobei dieses Thermoelement (94) mit dem Signalprozessor (92) in Wirkverbindung steht, so daß aus der festgestellten Temperatur die Schließkraft der geschlossenen Federelemente (48) erreichbar ist, gegen die das Stellorgan (B) unter entsprechender Auf- bzw. Abwärtsbewegung des Stopfens (15) ansteuerbar ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Fahne (22) und dem Stopfen (15) ein Stopfen-Antriebskopf (43) angeordnet ist, der ein im wesentlichen unabhängig von der Temperatur den Stopfen (15) mit etwa konstanter Kraft in Schließstellung drängendes Stopfen-Schließelement (A'), sowie ein gegen die Wirkung dieses Elements (A') wirksames, insbesondere hydraulisch oder pneumatisch betätigbares Stopfen-Stellorgan (B) aufweist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Stopfen-Schließelement (A') eine konstante Masse (121) dient, gegen die mindestens ein, vorzugsweise mindestens drei nach Art einer Kolben-Zylinder-Einheit arbeitende Stopfen-Stellelemente (49) wirksam sind, wobei die Abstützung letzterer an der Stopfen-Schließmasse (121) vorzugsweise innerhalb von vertikalen Bohrungen (Sackbohrungen 122) in der Stopfen-Schließmasse (121) erfolgt.
18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stopfen-Antriebskopf (43) einen von einem Kühlmedium, insbesondere Kühlwasser, durchströmten Kanal, insbesondere Umfangskanal (114) unter Ausbildung eines Kühlmantels um die Stopfen-Schließelemente (A; A') und Stopfen-Stellorgane (B) herum aufweist.
19. Vorrichtung, nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10 und/oder 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die das Stopfen-Stellorgan (B) bildenden Stopfen-Stellelement (49) nach Art einer Kolben-Zylinder-Einheit einseitig beaufschlagbare Federelemente sind, denen eine pneumatische Steuerdruckquelle (130) zugeordnet ist, die mittels eines (Servo-) Ventils (137)

offenbar ist unter entsprechender spontaner Druckbeaufschlagung der Federelemente (49), wobei die Steuerung des Servoventils (137) unter Berücksichtigung des Badspiegel-Sollwerts (146), Badspiegel-Istwerts (147) und der Stopfenstellung als Signal eines dem Stopfen (15) bzw. der Stopfenstange (47) zugeordneten Wegaufnehmers sowie gegebenenfalls der am Antriebskopf (43) herrschenden Temperatur (94; 95) erfolgt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerdruckquelle (130) über eine Drucksteigerungseinheit (126) mit einer pneumatischen Wiederdruckquelle (34) verbunden ist, durch die die pneumatische Steuerdruckquelle auf etwa demselben hohem Druckniveau von vorzugsweise etwa 50 bar gehalten ist.

Hierzu 15 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Füllen einer Stranggießkokille und die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung und wird in der Metallurgie angewendet.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Stranggießanlagen arbeiten im Prinzip nach der gleichen mechanischen Grundkonzeption. Sie bestehen aus einem Pfannendrehturm oder Gießpfannenwagen, Verteiler:innenwagen, Kokillen mit Kokillenhubtrieb, Gießmaschine (Strangantriebe), Kaltstrangeinrichtungen, Rollgängen für den Abtransport, Trenneinrichtungen zur Strangteilung, Querschlepper und weiteren Einrichtungen für die Behandlung des gegossenen Materials, insbesondere Stahl. Ein Prozeßleitsystem für Stranggießanlagen muß alle zur optimalen Prozeßführung erforderlichen Automatisierungseinrichtungen umfassen. Die Meß- und Regeleinrichtungen umfassen die beiden Teilsysteme Antriebsregelung und verfahrenstechnische Regelung. Ein Teilsystem bildet die Gießspiegelregelung, die wegen ihrer Schnittstellen und Struktur der Antriebsregelung zugeordnet werden kann. Die Gießspiegelregelung dient dazu, während des Gießens den Stahlspiegel in der Kokille auf einer vorwählbaren Höhe konstant zu halten. Eine Abweichung von der vorgewählten Gießspiegelhöhe wird durch Ändern der Zuflußmenge des Stahls aus der Verteilerrinne oder dem Zwischenbehälter in die Kokille, durch Ändern der Abzugsgeschwindigkeit oder durch eine Kombination beider Vorgänge erzielt. Die erreichbare Genauigkeit der Gießspiegelregelung hängt wesentlich vom vergossenen Format, der Abzugsgeschwindigkeit, der Stellcharakteristik, der verwendeten Stopfen und Ausgußsteine sowie der anlagenbedingten Störgrößen ab. Dabei setzen sich elektrohydraulische Stellantriebe mit proportionalem Stellcharakter als Stopfen-Stell-Antrieb durch. Diese Antriebe werden sowohl in der Ausführung mit Stellhebeln, als auch in der Ausführung mit getrenntem Stellzylinder geliefert. Bei Knüppelanlagen überwiegt die erste Ausführung, die mechanisches Übertragen des Stellweges erfordert. Bei Brammenanlagen hat sich die Anordnung mit getrenntem Stellzylinder durchgesetzt. Der Stellzylinder wird direkt an der Parallelführung der Stopfenmechanik angebaut, um das Spiel von mechanischen Übertragungselementen minimal zu halten. Aus der DE-B-2 119004 sind ein Verfahren zum automatischen Füllen einer Stranggießkokille mit (Stahl-) Schmelze und die dazugehörige Vorrichtung bekannt, bei dem die Schmelze durch eine mittels eines automatisch betätigten Stopfens verschließbare Bodenausflußöffnung eines metallurgischen Gefäßes, insbesondere einer Verteilerrinne geregelt in die Stranggießkokille gegossen wird, wobei während des Füllens der Stranggießkokille der Stopfen vorgegebene, insbesondere von der Badspiegelhöhe in der Stranggießkokille abhängige Auf- und Abwärtsbewegungen ausführt. Die Vorrichtung ist mit einer regelbaren Verstellung eines Stopfens einer Verteilerrinne oder eines metallurgischen Gefäßes in einer (Knüppel- oder Block-) Stranggießanlage versehen. Der Stopfen ist an einer über der Verteilerrinne oder dem metallurgischen Gefäß angeordneten, gegebenenfalls mit einer in einer an der Verteilerrinne oder am Zwischengefäß befestigten Führung vertikal verschiebbaren Stange verbundenen Traverse bzw. Fahne angeschlossen. In den meisten Fällen entspricht jedoch die Güte der Stopfenmechanik nicht den hohen Anforderungen. Von ihrer Qualität hängt jedoch das einwandfreie Arbeiten der gesamten Gießspiegel-Regeleinrichtungen wesentlich ab. Wegen der verwendeten Stopfen und Ausgußsteine legt der Stopfen nur einen sehr kurzen, wenige Millimeter langen Weg von der Stellung „zu“ zur Stellung „voller Durchfluß“ zurück. Deshalb muß die Stellung des Stellantriebs genau und spielarm auf den Stopfen übertragen werden, um so die Voraussetzung für die einwandfreie Funktionsweise der Regeleinrichtung zu schaffen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, beim automatischen Füllen einer Stranggießanlage die Betriebssicherheit zu erhöhen und Störanfälligkeiten zu beseitigen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum automatischen Füllen einer Stranggießkokille mit (Stahl-) Schmelze, bei dem die Schmelze durch eine mittels eines automatisch betätigten Stopfens verschließbare Bodenausflußöffnung eines metallurgischen Gefäßes, insbesondere einer Verteilerrinne, geregelt in die Stranggießkokille gegossen wird, wobei während

des Füllens der Stranggießkokille der Stopfen vorgegeben, insbesondere von der Badspiegelhöhe in der Stranggießkokille abhängige Auf- und Abwärtsbewegungen ausführt, und zwar gegen die Wirkung eines den Stopfen in Schließstellung drängenden elastischen Elements oder einer Kraft, zu schaffen, bei dem eine höchst präzise Stopfenbewegung und damit Gießspiegel-Regelung erzielt wird.

Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Bewegung des Stopfens durch ein unmittelbar am oberen Ende desselben angreifendes Stellorgan geregelt wird, wobei das den Stopfen in Schließstellung drängende elastische Element mit steigender Temperatur den Stopfen in entsprechend zunehmender Weise gegen die Wirkung des Stellorgans in Schließstellung zu drängen versucht, oder die den Stopfen in Schließstellung drängende Kraft konstant ist, wobei die Bewegung des Stopfens durch einen unmittelbar am oberen Ende desselben angreifenden Stellorgan geregelt wird.

Die Auf- und Abwärtsbewegung des Stopfens wird durch die am elastischen Element festgestellte Temperatur bestimmt bzw. in Abhängigkeit von dieser und der daraus errechneten Schließkraft des elastischen Elements gesteuert. Der Stopfen wird in Offenstellung oszillierend in Richtung seiner Auf- und Abwärtsbewegung und/oder um seine Längsachse bewegt, wobei die oszillierende Bewegung der Auf- und Abwärtsbewegung des Stopfens überlagert werden kann. Die Wegstrecke und Stellung des Stopfens werden indirekt durch die Kraft oder den Druck, der auf das elastische Element ausgeübt wird, und/oder direkt durch einen dem Stopfen unmittelbar zugeordneten Wegstreckenmesser, insbesondere optischen Glaser/oder pneumatischen Wegstreckenmesser, festgestellt wird. Die Härte bzw. Federkennlinie des in Schließrichtung des Stopfens wirkenden elastischen Elements ist variierbar. Die Bedeutung der vorliegenden Erfindung liegt in der Ausschaltung der Stopfenmechanik und des dieser immanenten Spiels von mechanischen Übertragungselementen, so daß eine höchst präzise Stopfenbewegung und damit Gießspiegel-Regelung erzielt werden kann. Gleichzeitig ist ein höchstes Maß an Sicherheit gewährleistet dadurch, daß der Stopfen stets unter der Auflast eines elastischen Elements steht, welches den Stopfen mit zunehmender Temperatur in entsprechend zunehmender Weise in Schließstellung zu oringen versucht.

Vorzugsweise werden zu diesem Zweck eine oder mehrere geschlossene Gasdruckfedern entsprechend der DE-C-2406006 als elastisches Element verwendet, die sich auf dem fraglichen Gebiet bereits bestens bewährt haben.

In ähnlicher Weise können auch als Stellorgan Gasdruckfedern der genannten Art verwendet werden, jedoch jeweils offen, d. h. mit einer Gasdruckquelle verbunden, so daß sie gegen die Wirkung des erwähnten elastischen Elements unter entsprechender Bewegung des Stopfens bewegt werden können.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß es aus der EP-B-32442 bekannt ist, bei einer Kupfer- oder Aluminium-Gießanlage den Stopfen eines Zwischenbehälters durch ein am Stopfenkopf unmittelbar angreifendes Stellorgan auf- bzw. abwärts zu bewegen, und zwar gegen die Wirkung einer Schraubendruckfeder, die den Stopfen in Schließstellung zu drängen versucht. Das Stellorgan umfaßt ein Gehäuse mit einer Membran, an der das obere Ende der Stopfenstange befestigt ist. In Abhängigkeit vom Badspiegel wird in das Gehäuse mehr oder weniger Druckmedium eingeleitet unter entsprechender Mitbewegung der erwähnten Membran bzw. Stopfenstange.

Die bekannte Anordnung ist für Stahl-Stranggießanlagen nicht geeignet aufgrund der wesentlich höheren Temperaturen. Das bekannte Membran-Stellorgan kann einer Temperatur von maximal etwa 100°C ausgesetzt werden. Das gleiche gilt für die Rückstellfeder, die als Schraubendruckfeder ausgebildet ist. Bei höheren Temperaturen würde vor allem die Wirkung der Schraubendruckfeder ganz erheblich nachlassen und unter Umständen sogar wirkungslos werden. Am Kopf eines Monobloc-Stopfens für eine Stahl-Stranggießanlage herrschen im Betrieb Temperaturen von weit mehr als 1000°. Eine Schraubendruckfeder als Rückstellelement für den Stopfen ist bei derartig hohen Temperaturen ungeeignet. Die Feder würde unter Last regelrecht „zusammenbrechen“. Ähnlich würde sich die Membran des bekannten Membran-Stellorgans verhalten, so daß die bekannte Konstruktion allenfalls für Kupfer- oder Aluminium-Gießanlagen geeignet ist.

Das geschilderte Problem tritt bei der Stopfenbestätigungseinrichtung gemäß der DE-B-2319004, bei der ebenfalls eine Schraubendruckfeder als Rückstellelement vorgesehen ist, nicht auf, da die Schraubendruckfeder dort neben der Gießpfanne angeordnet ist, wo weit geringere Temperaturen herrschen als unmittelbar oberhalb des Schmelzspiegels bzw. am Kopf des Stopfens.

Wie bereits oben kurz dargelegt, eignen sich als thermodynamische Elemente ganz besonders die im Gießpfannenschieberbereich seit Jahren erprobten Federelemente nach der DE-C-2406006, die auch bei extremen Temperaturbedingungen ihre Funktionssicherheit nicht verlieren.

Unter Verwendung der genannten Federelemente ist also die erfindungsgemäße Stopfenstangen-Direkt-Steuerung problemlos durchführbar. Die Stopfenstange läßt sich damit toleranzlos auf- und abwärts bewegen, und zwar bei automatischem Antrieb in Abhängigkeit vom Gieß- bzw. Badspiegel in der Kokille.

Gleichzeitig bietet das erfindungsgemäße System die Möglichkeit, den Stopfen oszillierend auf- und abwärts zu bewegen und/oder hin- und herzudrehen, ohne daß die Wirkung des Oszillationsantriebs durch das Spiel von mechanischen Übertragungselementen verlorengeht. Vorzugsweise beträgt die Oszillations-Frequenz 2 bis 20 Hz.

Die Oszillation des Stopfens begünstigt den Ausfluß der Stahlschmelze am Stopfen vorbei durch die Bodenöffnung der Verteilerrinne bzw. des Zwischenbehälters. Sie trägt auch zur Reduzierung von Ablagerungen am unteren Ende des Stopfens bei, so daß die Lebensdauer des Stopfens dadurch erheblich verlängert wird. Der Stopfen garantiert auch nach mehreren Abgüssen einen dichten Verschuß der Bodenöffnung. Insofern eignet sich das erfindungsgemäße System ganz besonders für den sogenannten Sequenzguß. Die vorgeschlagene Oszillation des Stopfens wird auch unabhängig von den übrigen Merkmalen des erfindungsgemäßen Systems beansprucht. Sie läßt sich nur besonders vorteilhaft bzw. effektiv im Rahmen des erfindungsgemäßen Systems verwirklichen.

Die Dreh-Oszillation bzw. Oszillation des Stopfens um seine Längsachse ist besonders vorteilhaft bei dem seit neuestem angebotenen Rotations-Stopfen (Tundish Rotary Valve), um die Leichtgängigkeit des Rotationsstopfens gegenüber der Bodenausflußöffnung, die als Widerlager dient, sicherzustellen. Im übrigen eignet sich die erfindungsgemäße Konstruktion (elastisches Element/Stellorgan) sowie deren Anordnung am Stopfenkopf ebenfalls für den erwähnten Rotationsstopfen. Der Rotationsstopfen kann damit vor jeder Stellbewegung druckentlastet werden mit der Folge, daß er sich leichter in die gewünschte Drehposition bewegen läßt. Das Losbrechmoment wird auf diese Weise vor jeder Stellbewegung minimiert. Damit sind präzise und reaktionsschnelle Stellbewegungen des Rotationsstopfens möglich.

Die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Vorrichtung ist so ausgebildet, daß zwischen der Fahne und dem Stopfen ein Stopfen-Antriebskopf angeordnet ist, der ein mit steigender Temperatur den Stopfen in entsprechend zunehmender Weise in Schließstellung drängendes elastisches Stopfen-Schließelement sowie ein gegen die Wirkung dieses Elementes wirksames, insbesondere hydraulisch oder pneumatisch betätigbares Stopfen-Stellorgan aufweist.

Das Stopfen-Schließelement ist durch mindestens eine Gasdruckfeder, insbesondere geschlossene Gasdruckfeder gebildet. Als Stellorgan dienen ein oder mehrere offene Federelemente, die hydraulisch und/oder pneumatisch gemeinsam oder individuell gegen die Wirkung des oder der geschlossenen Gasdruckfedern beaufschlagbar sind.

Das Stopfen-Schließelement ist durch mindestens ein, vorzugsweise drei in einer Ebene etwa senkrecht zur Stopfenlängsachse um diese herum in etwa gleichem Abstand voneinander angeordnete Federelemente gebildet, während als Stopfen-Stellorgan ebenfalls mindestens ein, vorzugsweise mindestens drei nach Art einer Kolben-Zylinder-Einheit arbeitende Stellelemente dienen, die jeweils zwischen den das Stopfen-Schließelement bildenden Federelementen angeordnet und hydraulisch und/oder pneumatisch gemeinsam oder individuell gegen die Wirkung der das Stopfen-Schließelement bildenden Federelemente beaufschlagbar sind.

Diese Konstruktion zeichnet sich durch eine besonders geringe Bauhöhe aus.

Das bzw. die das Stopfen-Schließelement bildenden Federelemente sind geschlossene Gasdruckfedern mit mit steigender Temperatur zunehmender Härte oder sind hochtemperaturbeständige Tellerfedern mit von der Temperatur im wesentlichen unabhängiger konstanter Federhärte, wobei in vertikaler Richtung unverrückbarer Traverse bzw. Fahne sowohl die das Stopfen-Schließelement bildenden Federelemente als auch die dagegenwirkenden Stopfen-Stellelemente eine Stopfenhubstrecke von mindestens 50 bis 100 mm, insbesondere etwa 70 mm, erlauben.

Diese Maßnahmen erlauben es, ohne vertikal auf- und abbewegbarer Traverse bzw. Fahne für den Stopfen auszukommen. Grundsätzlich ist es auch denkbar, das elastische Element variierbar zu gestalten; nur dann ist nicht mehr die eingangs geforderte Sicherheit der Anordnung gewährleistet dahingehend, daß der Stopfen bei drucklosem Stellorgan sofort mit maximaler Rückstellkraft in Schließstellung bewegt wird.

Der vertikal verschiebbaren Stange, an welcher die den Stopfen-Antriebskopf samt stopfentragende Fahne angeschlossen ist, ist eine mechanisch, hydraulisch und/oder pneumatisch betätigbare Feststelleinrichtung zugeordnet.

Den offenen Federelementen ist ein Druckerzeuger zugeordnet, der eine hydro-pneumatische Transformeinheit bildet, wobei die hydraulische Seite mit einem Druck- oder Volumenstrom-Proportionalventil und die pneumatische Seite mit einer Druckgasquelle einerseits und den das Stellorgan definierenden offenen Federelementen andererseits fluidverbunden ist. In der Leitung sind zwischen der Druckgasquelle und der pneumatischen Seite des Druckerzeugers ein Druckbegrenzungsventil sowie ein nur in Richtung zu pneumatischen Seite des Druckerzeugers hin öffnbares Rückschlagventil angeordnet. Die Druckgasquelle ist über ein Umschaltventil mit der Feststelleinrichtung für den den Stopfen-Antriebskopf samt Stopfen tragenden Galgen (Stange/Fahne) fluidverbunden. Dem Kolben des Transform-Druckerzeugers ist ein klappbar zugeordnet zur Rückmeldung der Kolbenbewegung an das der hydraulischen Antriebsseite zugeordnete Proportionalventil sowie zum Vergleich der Kolbenbewegung mit der Stopfenbewegung, wobei zu diesem Zweck die vom Weggeber gelieferten Wegstreckensignale in einem Signalprozessor mit den aus Druck und Temperatur am Stellorgan bzw. elastischen Element ermittelten tatsächlichen Stopfenbewegungen vergleichbar sind.

Dem elastischen Element bzw. dem dieses definierenden geschlossenen Federelementen ist ein Thermoelement zur Feststellung der dort herrschenden Temperatur zugeordnet, wobei dieses Thermoelement mit dem Signalprozessor in Wirkverbindung steht, so daß aus der festgestellten Temperatur die Schließkraft der geschlossenen Federelemente errechenbar ist, gegen die das Stellorgan unter entsprechender Auf- bzw. Abwärtsbewegung des Stopfens ansteuerbar ist.

Die Verfahrensvariante, bei der die den Stopfen in Schließstellung drängende Kraft konstant ist, wobei die Bewegung des Stopfens durch ein unmittelbar am oberen Ende desselben angreifendes Stellorgan geregelt wird, stellt eine besonders betriebssichere Lösung dar. Bei der dazugehörigen Vorrichtung ist zwischen der Fahne und dem Stopfen ein Stopfen-Antriebskopf angeordnet, der ein im wesentlichen unabhängig von der Temperatur den Stopfen mit etwa konstanter Kraft in Schließstellung drängendes Stopfen-Schließelement, sowie ein gegen die Wirkung dieses Elementes wirksames, insbesondere hydraulisch oder pneumatisch betätigbares Stopfen-Stellorgan aufweist.

Als Stopfenschließelement dient eine konstante Masse, gegen die mindestens ein, vorzugsweise mindestens drei nach Art einer Kolben-Zylinder-Einheit arbeitende Stopfen-Stellelemente wirksam sind, wobei die Abstützung letzterer an der Stopfen-Schließmasse vorzugsweise innerhalb von vertikalen Bohrungen (Sackbohrungen) in der Stopfen-Schließmasse erfolgt.

Dies ist eine besonders unempfindliche Ausführungsform, da das Stopfen-Schließelement durch eine floße Masse gebildet wird, die nach Unterschreiten eines vorbestimmten Stell- bzw. Stopfenhubdrucks an den Stopfen-Stellorganen zwangsläufig den Stopfen in Schließstellung drängt. Die genannte Stopfen-Schließmasse ist temperaturunempfindlich. Sie erlaubt auch eine gedrungene Bauweise des Antriebskopfs, so fern die Abstützung der Stopfen-Stellelemente an der Stopfenschließmasse innerhalb von vertikalen Bohrungen in der Stopfenschließmasse erfolgt.

Bei Ausbildung der Stopfen-Schließelemente als Federelemente ist es vorteilhaft, diese auf möglichst niedriger Temperatur zu halten. Zu diesem Zweck dienen die folgenden Maßnahmen.

Der Stopfen-Antriebskopf weist einen von einem Kühlmedium, insbesondere Kühlwasser, durchströmten Kanal, insbesondere Umfangskanal unter Ausbildung eines Kühlmantels um die Stopfen-Schließelemente und Stopfen-Stellorgane herum auf. Eine besonders vorteilhafte Stopfen-Hubregelung erlauben die folgenden Maßnahmen.

Die das Stopfen-Stellorgan bildenden Stopfen-Stellelemente sind nach Art einer Kolben-Zylinder Einheit einseitig beaufschlagbare Federelemente, denen eine pneumatische Steuerdruckplatte zugeordnet ist, die mittels eines (Servo-) Ventils offenbar ist unter entsprechender spontaner Druckbeaufschlagung der Federelemente, wobei die Steuerung des Servoventils unter Berücksichtigung des Badspiegelsollwerts, Badspiegel-Istwerts und der Stopfenstellung als Signal eines dem Stopfen bzw. der Stopfenstange zugeordneten Wegaufnehmers sowie gegebenenfalls der am Antriebskopf herrschenden Temperatur erfolgt. Die Steuerdruckquelle ist über eine Drucksteigerungseinheit mit einer pneumatischen Niederdruckquelle verbunden, durch die die pneumatische Steuerdruckquelle auf etwa demselben hohen Druckniveau von vorzugsweise etwa 50 bar gehalten ist.

Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft eine andere Art der Stopfen-Hubregelung, bei der jedoch Leckagen nicht bzw. nur unzureichend ausgeglichen werden, so wie dies bei der Konstruktion der vorstehenden Lösung der Fall ist.

Auch sei an dieser Stelle vermerkt, daß das Prinzip, wonach die Stopfenbewegung ausschließlich mittels des erfindungsgemäß ausgebildeten Stopfen-Antriebskopfes, d. h. ohne vertikal bewegter Traverse bzw. Fahne, durchgeführt wird, als unabhängiger Erfindungsgedanke beansprucht wird, wobei sich dafür insbesondere die konstruktiven Maßnahmen nach den Ansprüchen 8; 9 und/oder 17 eignen, die trotz der relativ großen Hubstrecke, die der Antriebskopf hergeben muß, eine kompakte bzw. gedrungene Bauweise desselben erlauben.

Bei Verwendung von rein mechanischen Federelementen als Stopfen-Schließelemente muß darauf geachtet werden, daß diese hochtemperaturbeständig sind, d. h. ihre Federhärte auch bei höheren Temperaturen bzw. Temperaturen bis zu 1100°C, nicht verlieren. Dafür eignen sich im wesentlichen nur Tellerfedern, nicht dagegen Schraubendruckfedern, die bei derartigen Temperaturen unter Last regelrecht „zusammenbrechen“.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an Hand mehrerer Ausführungsformen näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im schematischen Längsschnitt einschließlich dazugehöriger Regelorgane;
- Fig. 2: einen Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Längsschnitt und vergrößertem Maßstab;
- Fig. 3: ein gegenüber Fig. 2 abgewandeltes Detail der erfindungsgemäßen Vorrichtung in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 4: ein Druck-, Weg- und Temperaturdiagramm für das dem Stopfen zugeordnete temperaturabhängige Rückstellelement;
- Fig. 5: eine andere Ausführungsform eines Antriebskopfes für den Stopfen nach Fig. 1 im Schnitt und vergrößertem Maßstab;
- Fig. 6: den Antriebskopf nach Fig. 5 von unten unter Weglassung des unteren Deckels und der unteren Isolierung;
- Fig. 7: den Antriebskopf nach Fig. 5 von oben unter Weglassung des oberen Deckels;
- Fig. 8: eine abgewandelte Ausführungsform eines Stopfen-Antriebskopfes mit Tellerfedern als Stopfen-Schließelemente, jeweils im Schnitt und vergrößertem Maßstab;
- Fig. 9: eine weitere abgewandelte Ausführungsformen eines Stopfen-Antriebskopfes mit Tellerfedern als Stopfen-Schließelemente, jeweils im Schnitt und vergrößertem Maßstab;
- Fig. 10: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung im schematischen Längsschnitt einschließlich dazugehöriger Regelorgane;
- Fig. 11: eine nach weitere Abwandlung eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stopfen-Antriebskopfes im Schnitt längs Linie VIII-VIII in Fig. 12;
- Fig. 12: den Antriebskopf nach Fig. 11 im Querschnitt längs Linie IX-IX in Fig. 11;
- Fig. 13: eine besonders vorteilhafte Ausführungsform eines Langhub-Stopfen-Stellelementes im Schnitt und vergrößertem Maßstab, wie es z. B. bei einem Antriebskopf nach den Fig. 11 und 12 verwendet ist;
- Fig. 14: eine abgewandelte Ausführungsform der Stopfen-Regelung; und
- Fig. 15: eine sechste Ausführungsform eines Stopfen-Antriebskopfes.

Nach dem dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist eine Verteilerrinne 10 mit feuerfester Auskleidung 11 und einer Schutzschicht 12 vorgesehen, welche flüssiges Metall enthält, z. B. Stahlschmelze 13. Die Verteilerrinne 10 weist eine Bodenöffnung 14 auf. Die Bodenöffnung 14 wird durch einen Lochstein 16 sowie ein Tauchrohr 17 definiert, welches in eine Kokille 18 hineinragt.

Um den Zufluß der Stahlschmelze aus der Verteilerrinne 10 in die Kokille 18 derart verändern zu können, daß der Gießspiegel 19 der Schmelze stets etwa in der gleichen Höhe erhalten bleibt, ist eine Gießspiegel-Regelung vorgesehen. Diese besteht aus einer Meßeinrichtung für den Gießspiegel 19 in der Kokille 18 und wird von einander gegenüberliegendem radioaktiven Stabstrahler 20 und einem Szintillationszähler 21 als Empfänger gebildet.

Der Stopfen 15 ist am freien Ende einer Traverse bzw. Fahne 22 heb- und senkbar bzw. auf- und abwärts bewegbar angeordnet. Die Fahne 22 ist mit einer in einer an der Verteilerrinne 10 befestigten Führung 23 vertikal verschiebbaren Stange 24 verbunden. Die Vertikalverstellung der Stange 24 erfolgt entweder von Hand mittels eines handbetätigten (Handhebel 25) Zahnradsegments 26, welches in eine entsprechende Verzahnung an der Stange 24 eingreift oder mittels eines hydraulisch betätigten Schritt-Verstellzylinders 27, dem ein Weggeber 28 zugeordnet ist. Durch Vertikalverschiebung der Stange 24 wird die Null-Position des Stopfens 15 festgelegt, die der Schließstellung des Stopfens 15 bei drucklosem, noch weiter unten näher zu beschreibendem Stellorgan „B“ für den Stopfen 15 vor Einleitung von Stahlschmelze 13 in die Verteilerrinne 10 entspricht. In dieser Null-Position wird der Stopfen 15 unter vorbestimmten Druck (permanenter Vordruck gemäß Fig. 4) in Abtaste am Öffnungsrand 29 der Bodenöffnung 14 gehalten.

Im weiteren Betrieb wird die Stange 24 in der beschriebenen Null-Position gehalten, und zwar mittels einer Feststelleinrichtung 30. Dabei handelt es sich um eine pneumatisch betätigte Kolben-Zylinder-Einheit, deren nach außen geführte Kolbenstange 31 seitlich gegen die die Fahne 22 tragende Stange 24 unter Blockierung derselben drückbar ist. Die beschriebene Feststelleinrichtung 30 ist über eine Druckluftleitung 32 und einen Umschalter 33 mit einer Druckluftquelle 34 verbindbar, die unter einem Druck von etwa 6 bar steht. Zwischen dem Umschalter 33 und dem dem Schritt-Verstellzylinder 27 zugeordneten Weggeber 28 besteht eine Signalverbindung 35 derart, daß nach Erreichen der vorgegebenen Null-Position des Stopfens 15 der Umschalter 33 in eine Stellung gebracht wird, in der die Feststelleinrichtung 30 mit der Druckluftquelle 34 fluidverbunden ist, so daß der Kolben der Feststelleinrichtung 30 druckluftbeaufschlagt ist unter entsprechender Blockierung der Stange 24.

Die Stangenführung 23 ist samt Fahne 22 und Stopfen 15 um eine horizontale Achse 36 verschwenkbar angeordnet derart, daß der Stopfen aus der Verteilerrinne 10 Herausschwenkbar ist zu Zwecken der Reparatur oder eines Stopfenwechsels.

Der Schritt-Verstellzylinder 27 umfaßt einen zweiseitig beaufschlagbaren Kolben 37, dessen nach außen ragende Kolbenstange 38 mit der vertikal verschiebbaren Stange 24 verbunden ist. In beiden Zylinderkammern des Schritt-Verstellzylinders 27 sind über Hydraulikleitungen 39; 40 und ein $3/4$ -Wegeventil 41 wahlweise mit einer Pumpe „P“, einem Tank „T“ oder weder mit Pumpe „P“ noch mit Tank „T“ (s. Fig. 1) verbindbar. Das $3/4$ -Wegeventil ist solenoid-gesteuert, wobei das Steuersignal in Abhängigkeit von dem dem Schritt-Verstellzylinder 27 zugeordneten Weggeber 28 erfolgt, und zwar über die Signalverbindung 35; 42.

Das Kernstück der beschriebenen Vorrichtung ist ein zwischen der Fahne 22 und dem Stopfen 15 angeordneter thermo-dynamischer Präzisions-Antriebskopf 43, welcher ein mit zunehmender Temperatur den Stopfen 15 entsprechend zunehmend in Schließstellung drängendes elastisches Stopfen-Schließelement „A“ sowie ein gegen die Wirkung dieses Elements „A“ wirksames, nämlich pneumatisch betätigbares Stellorgan „B“ umfaßt. Das Stopfen-Schließelement „A“ sowie das Stellorgan „B“ sind innerhalb eines mit der Fahne 22 verbundenen Rahmens bzw. Gehäuses 44 angeordnet, und zwar übereinander, wobei das thermodynamische Schließelement „A“ über dem thermodynamischen Element „B“ positioniert ist. Zwischen „A“ und „B“ ist ein in Richtung der Auf- und Abwärtsbewegung (Doppelpfeil 45) des Stopfens 15 relativ zum Rahmen 44 beweglicher Flansch 46 angeordnet, an dem der Stopfen 15 bzw. die Stopfenstange 47 angeschlossen ist. Das thermodynamische Schließelement „A“ ist also oben am Rahmen 44 einerseits und unten am Trägerflansch 46 andererseits abgestützt, während das darunter angeordnete thermodynamische Stellorgan „B“ oben am Trägerflansch 46 einerseits und unten am Rahmen 44 andererseits abgestützt ist.

Das thermodynamische Schließelement „A“ umfaßt mehrere über den Umfang angeordneten Feder Elemente 48 jeweils in Form von geschlossenen Gasdruckfedern entsprechend der DE-O-2406006. Das thermodynamische Stellorgan „B“ umfaßt dieselbe oder eine unterschiedliche Anzahl gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnete offene Feder Elemente 49 der genannten Art. Letztere sind also mit einer Druckgasquelle, nämlich der Druckluftquelle 34 sowie einem noch näher zu beschreibenden Druckerzeuger 50 verbunden, und zwar über eine Druckluftleitung 51; 52 bzw. 51; 53. Die Feder Elemente 48; 49 sowie deren Anordnung innerhalb des Rahmens 44 und deren Zuordnung zum Trägerflansch 46 sollen nunmehr anhand der Fig. 2 näher beschrieben werden:

Sowohl die geschlossenen Feder Elemente 48 als die offenen Feder Elemente 49 stützen sich einerseits am quergeteilten Rahmen 44 und andererseits am dazwischen angeordneten Flansch 46 ab, an dem der Stopfen 15 bzw. dessen Stopfenstange 47 angeschlossen ist (Schraubmutter 54). Der Trägerflansch 46 ist samt Stopfenstange 47 bzw. Stopfen 15 innerhalb des Rahmens 44 relativ zu diesem beweglich angeordnet, und zwar in Längsrichtung des Stopfens 15. Die Wegstrecke wird jeweils begrenzt durch die geschlossenen Feder Elemente 48 einerseits und offenen Feder Elemente 49 andererseits. Zum Zwecke der Montage bzw. Demontage der Feder Elemente 48, 49 ist der Rahmen 44 quergeteilt. Die Teilungsebene ist in Fig. 2 mit der Bezugsziffer 55 gekennzeichnet.

Die Feder Elemente 48; 49 sind jeweils gleichermaßen aufgebaut, nur mit dem Unterschied, daß die das Stellorgan „B“ definierenden Feder Elemente 49 eine offene Druckluftkammer besitzen, wie weiter unten noch näher ausgeführt wird. Im übrigen umfassen die Feder Elemente 48; 49 jeweils ein Mantelrohr 56, das zur Bildung einer zylindrischen Kammer stirnseitig jeweils abgeschlossen ist. Im Innenraum eines jeden Feder Elements ist freistehend ein Kolben 57 vorgesehen, der unter Bildung eines ringförmigen Bundes auf einem einen geringeren Durchmesser aufweisenden, eine Stützfläche 58 umfassenden freien Ende 59 abgesetzt ist. Dieses freie Ende ist in einer Bohrung 60 des jeweils zugeordneten stirnseitigen Abschlusses 61 des Mantelrohre 56 axial geführt. Abgedichtet ist der Kolben, indem der Mittenbereich des stirnseitigen Abschlusses 61 dicht und fest mit einem Ende eines Metallbalgs 62 verbunden ist, dessen anderes Ende ebenso druckfest und gasdicht mit dem Kolben 57 verbunden ist. Bei der geschlossenen Ausführung, nämlich den Feder Elementen 48, ist der zwischen dem Mantelrohr 56 und dem Metallbalg 62 sowie dem Kolben 57 und dem oberen stirnseitigen Abschluß 65 anstehende Raum über eine durch einen Verschuß 63 abgeschlossene Füllöffnung 64 mit einem unter Druck stehenden inerten Gas gefüllt worden, dessen Druck sich auf den Kolben auswirkt und das freie Ende 59 des Kolbens 57 bis zum Anschlag an den Bund 66 durch die Bohrung 60 preßt. Bei der offenen Ausführung des beschriebenen Feder Elements, nämlich den in Fig. 2 unteren Feder Elementen 49, ist die Füllöffnung 64 mit einem Anschluß 67 zur oben erwähnten Druckluftleitung 51 versehen.

Die Feder Elemente 48; 49 sind jeweils innerhalb von Aufnahmebohrungen 68 positioniert. Die Positionierung gegenüber dem Trägerflansch 46 erfolgt durch am Trägerflansch 46 angeordnete Ringausnehmungen 69; 102, in die die freien Enden 59 der Feder Elemente 48; 49 hineinragen. Die Feder Elemente 48; 49 sind nach Fig. 2 so montiert, daß ihre freien Enden 59 jeweils einander zugewandt auf den Trägerflansch 46 einwirken.

Unter Einfluß der von der Stahlschmelze in der Verteilerrinne 10 übertragenen Wärme steigt der Gasdruck im Innenraum der oberen geschlossenen Feder Elemente 48 und damit die von diesen entwickelte Anpreßkraft auf den Betriebswert. Es ist nicht nötig, die Feder Elemente 48 zu kühlen und besondere konstruktive Maßnahmen zu ihrem Schutz vor hohen Temperaturen zu treffen. Die Montage erfolgt im entspannten Zustand. Im Betrieb entwickelt sich die volle Anpreßkraft der Feder Elemente 48, die, da sie allein auf den Gleichungen idealer Gase beruht, bei steigender Temperatur nur noch anzusteigen vermag. In entsprechender Weise wird bei drucklosen Feder Elementen 49 der Stopfen 15 in Schließstellung gedrückt, wie Fig. 4 sehr gut erkennen läßt.

Mittels des Schritt-Verstellzylinders 27 oder der Hand-Verstelleinrichtung 25; 26 bei gelöster Feststelleinrichtung 30 erfolgt die Anpressung des Stopfens 15 gegen den Öffnungsrand 29 der Bodenöffnung 14 unter einem vorbestimmten Anpreßdruck bzw. Vordruck. Dadurch wird die sog. Null-Position des Stopfens 15 definiert. Es ist die Position „II“ in Fig. 4 erreicht. Anschließend erfolgt die Einleitung flüssigen Stahls 13 in die Verteilerrinne 10 (s. strichpunktierte Linie 70 in Fig. 4), die eine entsprechende Temperaturerhöhung im Bereich des thermodynamischen Präzisions-Antriebskopfes 43 zur Folge hat (s. Temperaturlinie 71 in Fig. 4). Aufgrund dieser Temperaturerhöhung dehnen sich die geschlossenen Feder Elemente 48 aus, wodurch die Anpreßkraft des Stopfens 15 entsprechend erhöht wird. Das Ansteigen dieser Anpreßkraft ist in Fig. 4 durch den entsprechenden Druckanstieg in den geschlossenen Feder Elementen 48 dargestellt (s. Drucklinie 72). Durch die nicht zu vermeidende Längenausdehnung des Stopfens 15 erfolgt eine zusätzliche Druckerhöhung, die in Fig. 4 durch die Drucklinie 73 gekennzeichnet ist.

Eine Druckminderung bzw. entsprechende Minderung der Anpreßkraft des Stopfens 15 erfolgt durch die Antriebskraft 74 des Stopfens sowie dem nicht zu vermeidenden Verschleiß der Dichtungspartie nach einer gewissen Betriebszeit.

Fig. 4 zeigt sehr anschaulich, welche Sicherheit die geschlossenen Federelemente 48 bei Ausfall der Stopfensteuerung über die offenen Federelemente 49 bieten. Die geschlossenen Federelemente 48 versuchen, den Stopfen 15 bei steigender Umgebungstemperatur in entsprechend zunehmender Weise in Schließstellung zu bringen.

Die geschlossenen Federelemente 48 haben darüber hinaus den Vorteil, daß bei Handbetrieb mittels des Hebels 25 die Pressung des Stopfens 15 in die Dichtzone weicher erfolgen kann, weil eine Dämpfung durch die Federelemente 48 gewährleistet ist.

Die Auf- und Abwärtsbewegung des Stopfens 15 erfolgt dann ausschließlich durch entsprechende Druckbeaufschlagung der offenen Federelemente 49 bei fixierter Feststelleinrichtung 30. Die Auf- und Abwärtsbewegung des Stopfens 15 erfolgt dabei jeweils gegen die Wirkung der geschlossenen Federelemente 48.

Die offenen Federelemente 49 können entweder gemeinsam oder individuell, d. h. in unterschiedlicher Anzahl, ansteuerbar sein, abhängig von den vorgegebenen Betriebsbedingungen sowie Konstruktionsparametern. An der dem Druckluftanschluß 67 zugekehrten Seite der offenen Federelemente 49 ist zwischen diesen und dem Rahmen 44 jeweils noch eine Dichtung 75 angeordnet, um eine leakagefreie Druckluftbeaufschlagung der offenen Federelemente 49 sicherzustellen.

Wie weiter oben ausgeführt worden ist, ist die zu den offenen Federelementen 49, die das Stopfen-Stellorgan „B“ definieren, führende Druckluftleitung 51 zum einen mit einer konstanten Druckluftquelle 34 (Zweigleitung 52) und zum anderen mit einem Druckerzeuger (Zweigleitung 53) verbunden. Die Druckluftquelle 34, die vorzugsweise unter einem Druck von etwa 6 bar steht, stellt die Druckluftversorgung für die offenen Federelemente 49 sicher, wobei der erwähnte Basisdruck von etwa 6 bar durch ein in der Zweigleitung 52 angeordnetes Druckbegrenzungsventil 76 gewährleistet ist. Zwischen diesem Druckbegrenzungsventil und dem Anschluß 77 der Leitung 52 an der Druckluftleitung 51 ist noch ein Rückschlagventil 78 angeordnet, das nur in Richtung von der Druckluftquelle 34 zu den offenen Federelementen 49 öffnet.

Die Druckluftquelle 34 versorgt auch die oben erwähnte Feststelleinrichtung 30.

Der Druckerzeuger 50 ist bei der dargestellten Ausführungsform gemäß Fig. 1 von besonderer Konstruktion. Er umfaßt einen geschlossenen Zylinder 79 mit einem innerhalb des Zylinders hin- und herbewegbaren Kolben 80, der den Zylinder 79 in zwei Zylinderräume 81; 82 unterteilt. Diese beiden Zylinderräume 81; 82 sind miteinander fluid-verbunden, und zwar durch im Kolben angeordnete Fluiddurchgänge 83.

Der in Fig. 1 untere Zylinderraum 82 ist mit einem Anschluß an eine Hydraulikleitung 84 versehen, die den erwähnten Zylinderraum 82 mit einem Druck-Proportionalventil 85 herkömmlicher Bauart verbindet. Mittels des Druck-Proportionalventils 85 läßt sich der Druck der Hydraulikflüssigkeit 86 im Zylinder 79 schnell und genau regeln. Das Druck-Proportionalventil 85 ist von herkömmlicher Bauart und braucht daher an dieser Stelle nicht näher beschrieben zu werden. Der Zylinderraum 81 ist durch die Wandung des Zylinders 79 sowie den Kolben 80 einerseits sowie einem zentral angeordneten Metallbalg 87 andererseits begrenzt. Der Metallbalg 87 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel coaxial innerhalb des Zylinders 79 angeordnet und mit dem Kolben 80 einerseits und der gegenüberliegenden Stirnwand des Zylinders 79 andererseits dicht und fest verbunden. Der vom Metallbalg 87 eingeschlossene Raum 88 ist über die Leitung 53 mit der Druckluftleitung 51 verbunden. Der von dem Druck-Proportionalventil 85 vorgegebene Hydraulikdruck wird also im Druckerzeuger 50 unmittelbar auf die gas- bzw. luftseitige Antriebspartie übertragen.

Statt einer Druck-Proportionalregelung der Hydraulikseite ist auch eine Volumenstromregelung derselben denkbar. Der Druckerzeuger 50 soll jedoch auch in diesem Falle als hydropneumatische Transformeinheit ausgebildet sein.

Dem Kolben 80 ist noch ein Weggeber 89 zugeordnet, dessen Signale zu einen als Rückmelde- und Regelsignale (Signalleitung 90) für das Druck-Proportionalventil 85 und zum anderen als Kontrollsignale (Signalleitung 91) für die Feststellung von Leckagen auf der gasseitigen Antriebspartie dienen. Für letztgenannten Fall werden die Signale des Weggebers 89 über die Signalleitung 91 an einen Signalprozessor 92 geleitet. Die Signale des Weggebers 89 entsprechen einem vom Druck-Proportionalventil 85 vorgegebenen Druck. Dieser Druck müßte auch in der zu den offenen Federelementen 49 führenden Druckluftleitung 51 herrschen. Der Abgriff des Luftdrucks in der zu den offenen Federelementen 49 führenden Druckluftleitung 51 erfolgt über eine Druck-Signalleitung 93. Im Signalprozessor 92 erfolgt dann ein Soll/Ist-Druckvergleich. Ergibt sich daraus, daß der Ist-Druck wesentlich kleiner ist als der Soll-Druck, ist anzunehmen, daß auf der Druckluftseite des Systems eine unzulässige Leckage vorliegt.

Von großer Wichtigkeit für die Bewegungssteuerung des Stopfens 15 ist die Anordnung eines oder mehrerer Thermolemente 94 im Bereich der geschlossenen Federelemente 48. Aus der dort gemessenen Temperatur läßt sich der durch die geschlossenen Federelemente 48 ausgeübte Druck in Schließrichtung des Stopfens 15 errechnen. Gegen diesen Druck erfolgt die Regelung der Stopfenbewegung, wobei der entsprechende Gegendruck in den offenen Federelementen 49 bzw. in der zu diesen führenden Druckluftleitung 51 aufgebaut werden muß. Dementsprechend ist im Signalprozessor ein ständiger Vergleich zwischen dem errechneten Schließdruck der geschlossenen Federelemente 48 und dem Stelldruck in den offenen Federelementen bzw. in der zu diesen führenden Druckluftleitung 51 erforderlich. Die Temperaturwerte des Thermolementes 94 gelangen über eine Signalleitung 95 zum Signalprozessor 92, wo sie in der beschriebenen Weise verarbeitet werden.

In den Signalprozessor 92 werden auch noch die Badspiegel-Ist- und -Soll-Werte eingegeben, und zwar unter Zwischenschaltung eines Prozeßkontrollers 96, der letztlich auch die Stellgröße 97 für das Druck-Proportionalventil 85 vorgibt.

Das Druck-Proportionalventil 85 ist mit der Pumpe „P“ über eine Hydraulikleitung 156 verbunden, mit dem Tank „T“ mit einer Hydraulikleitung 98.

Es sei noch erwähnt, daß die Überprüfung aller thermodynamischen Elemente 48; 49 ohne manuellen Eingriff bzw. ohne Herausnahme aus dem Antriebskopf 43 erfolgt. In der Verteilerrinnen-Warteposition bzw. vor jedem neuen Sequenzguß läßt sich durch den Signalprozessor 92 selbsttätig die exakte Funktionstüchtigkeit aller thermodynamischen Elemente 48; 49 überprüfen. Gleichzeitig erfolgt auch eine OK-Meldung des gesamten Steuerungs- und Regelkreises. Im anderen Falle wird eine entsprechende Störmeldung ausgegeben.

Charakteristisch für jede Stopfenregelung (gegenüber Schieberentschlüssen) ist der extrem hohe Regelungs-Verstärkungsfaktor. Dieser hohe Verstärkungsfaktor erfährt, gemäß der vorliegenden Erfindung, eine elegante Dämpfung durch den Transform-Druckerzeuger 50, der gleichzeitig die ölhydraulische Druckvorgabe-Steuerung von der gas- bzw. druckluftseitigen Antriebspartie trennt.

In Fig. 3 ist eine abgewandelte Ausführungsform des Antriebskopfes 43 dargestellt, wobei sämtliche bereits beschriebenen Teile desselben mit den entsprechend gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet sind. Der Antriebskopf 43 nach Fig. 3 unterscheidet sich von demjenigen nach den Fig. 1 bzw. 2 dadurch, daß der Rahmen 44 längsgeteilt ist. Er läßt sich nach Art eines Scharniers (Scharnierachse 99) aufklappen (Pfeile 100) unter Freigabe der in Fig. 3 nicht dargestellten Stopfenstange 47.

Bei der Ausführungsform des Stopfen-Antriebskopfes 43 gemäß den Fig. 5 bis 7 umfaßt das Stopfen-Schließelement „A“ drei in einer Ebene senkrecht zur Stopfenlängsachse um diese herum in etwa gleichem Abstand voneinander angeordnete Federelemente 48, die jeweils in Form von geschlossenen Gasdruckfedern entsprechend der DE-C-2406006 ausgebildet sein können.

Das Stopfen-Stellorgan „B“ umfaßt dieselbe Anzahl gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordneter Federelemente 49 der genannten Art, jedoch offen, d. h. mit einem Anschluß 67 an eine Druckgasquelle, mit der die Anschlüsse 67 über eine Druckluftleitung 51 in einer noch weiter unten näher zu beschreibenden Weise verbindbar sind.

Entsprechend Fig. 5 umfaßt der Stopfen-Antriebskopf 43 einen Gehäuseering 152, dessen obere Stirnseite durch eine Deckelplatte 151 und dessen untere Stirnseite durch eine Bodenplatte 153 abgeschlossen ist. Am oberen freien Ende der Stopfenstange 47, welche sich durch miteinander fluchtende Mittenöffnungen von Bodenplatte 153 und Deckelplatte 151 hindurcherstreckt, ist ein Stützelement 102 befestigt, und zwar zwischen zwei Befestigungsmuttern 103 und 104, die auf einem Gewindeabschnitt 105 am freien oberen Ende der Stopfenstange 47 aufgeschraubt sind. Das Stützelement 102 besteht aus einer zentralen Hülse 106 und drei am unteren Ende derselben angeordnete Stützarme 107 sowie drei am oberen Ende derselben ausgebildete Stützarme 108, die sich jeweils in einer Ebene senkrecht zur Stopfen- bzw. Hülsenlängsachse erstrecken und denselben Winkelabschnitt voneinander aufweisen, wobei die oberen und unteren Stützarme jeweils auf Lücke zueinander angeordnet sind, wie ein Vergleich zwischen den Fig. 6 und 7 sehr gut erkennen läßt.

Zwischen den oberen Stützarmen 108 einerseits und der Bodenplatte 153 des Antriebskopf-Gehäuses 44 andererseits sind die Stopfen-Stellorgane „B“ bzw. pneumatisch betätigbaren Federelemente 49 angeordnet, während zwischen den unteren Stützarmen 107 und der Deckelplatte 151 die Federelemente 48 angeordnet sind.

Dementsprechend sind die Stopfen-Schließelemente 48 sowie Stopfen-Stellorgane 49 innerhalb des Rahmens bzw. Gehäuses 44 des Antriebskopfes 43 jeweils sternförmig und verschachtelt zueinander angeordnet, wodurch eine minimale Bauhöhe trotz entgegengesetzter Wirkrichtung der genannten Elemente erhalten wird. Wie oben dargelegt, sind die Stopfen-Stellorgane 49 entsprechend den Gasdruckfedern 48 ausgebildet, nur mit dem Unterschied, daß sie einen Anschluß 67 an eine Druckluftquelle aufweisen, so daß sie entsprechend dem aufgebrachten Druck axial expandierbar sind gegen die Wirkung der geschlossenen Gasdruckfedern 48 unter entsprechender axialer Bewegung des Stopfens 15. Dementsprechend ist die Abhängigkeit von dem aufgebrachten Druck der Stopfen 15 in Richtung des Doppelpfeiles 45 auf- und abbewegbar. Die Wegstrecke wird jeweils begrenzt durch die geschlossenen Federelemente 48 einerseits und offenen Federelemente 49 andererseits. Innerhalb des Rahmens bzw. Gehäuses 44 des Antriebskopfes 43 ist noch eine Axialführung für die sich radial erstreckenden Stützarme 107; 108 vorgesehen. Zu diesem Zweck weisen die Stützarme 107, 108 an ihren stirnseitigen Enden jeweils einen sich axial erstreckenden Vorsprung 109 bzw. 110 auf, die in korrespondierende Axialnuten 111; 112 an der Innenseite des Gehäuseerings 152 hineinragen.

Die Umfangsfläche sowie die Unterseite des Rahmens bzw. Gehäuses 44 des Antriebskopfes 43 ist durch eine Isolierschicht 113 vor zu hoher Wärme bzw. Temperatur geschützt.

Innerhalb des Gehäuseerings 152 ist ein Wassermantel 114 ausgebildet, durch den während des Betriebs Kühlwasser hindurchgeleitet wird. Die Zufuhr des Kühlwassers erfolgt entsprechend Fig. 5 durch eine Kühlwasserleitung 115. Die Kühlwasserableitung erfolgt durch eine Leitung 116. Damit sind die Stopfen-Schließelemente sowie Stopfen-Stellorgane vor Überhitzung geschützt. Diese Maßnahme gewinnt insbesondere dann an Bedeutung, wenn für die Stopfen-Schließelemente Tellerfedern verwendet werden, wie anhand der Fig. 8 und 9 näher dargelegt wird.

Der Gehäuseering 152 sowie die Deckelplatte 151 und Bodenplatte 153 werden durch Schrauben, insbesondere Dehnungsschrauben 117, zusammengehalten (s. Fig. 6 und 7).

Von großer Wichtigkeit für die Bewegungssteuerung des Stopfens 15 ist noch die Anordnung eines oder mehrerer Thermolemente 94 im Bereich der geschlossenen Federelemente 48. Aus der dort gemessenen Temperatur läßt sich der durch die geschlossenen Federelemente 48 ausgeübte Druck in Schließrichtung des Stopfens 15 errechnen. Gegen diesen Druck erfolgt die Regelung der Stopfenbewegung, wobei der entsprechende Gegendruck in den offenen Federelementen 49 bzw. in der zu diesen führenden Druckluftleitung 51 aufgebaut werden muß. Die Temperaturwerte des Thermolements 94 gelangen über eine Signalleitung 95 zu einem Signalprozessor 92, wo sie in einer anhand der Fig. 10 noch näher zu beschreibenden Weise verarbeitet werden können.

Bei der Ausführungsform nach den Fig. 8 und 9 sind die Elemente „A“ und „B“ innerhalb des mit der Fahne 22 verbundenen Rahmens bzw. Gehäuses 44 des Stopfen-Antriebskopfes 43 jeweils übereinander angeordnet. Dabei ist zwischen „A“ und „B“ ein in Richtung der Auf- und Abwärtsbewegung (Doppelpfeil 45) des Stopfens 15 bzw. der Stopfenstange 47 relativ zum Rahmen bzw. Gehäuse 44 beweglicher Flansch 46 angeordnet, an dem der Stopfen 15 bzw. die Stopfenstange 47 angeschlossen ist. Das Element „A“ ist also oben am Rahmen bzw. Gehäuse 44 bzw. am Gehäusedeckel 51 einerseits und unten am Trägerflansch 46 andererseits abgestützt, während das darunter angeordnete Stopfen-Stellorgan „B“ oben am Trägerflansch 46 einerseits und unten am Rahmen bzw. Gehäuse 44 bzw. an der Bodenplatte 153 desselben andererseits abgestützt ist. Das Stopfen-Schließelement „A“ ist bei der Ausführungsform nach Fig. 8 durch mehrere, gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnete Tellerfeder-Pakete 118 und bei der Ausführungsform nach Fig. 9 durch sich über den gesamten Umfang des Trägerflansches 46 erstreckende Tellerfedern 119 gebildet, die jeweils aus hochtemperaturbeständigem Federstahl hergestellt sind, so daß sie über den gesamten Temperaturbereich, welcher am Antriebskopf 43 wirksam ist, eine im wesentlichen unveränderte Federhärte aufweisen.

Die das Stopfen-Stellorgan „B“ definierenden Elemente 49 umfassen – wie oben bereits in Verbindung mit der Ausführungsform nach Fig. 2 beschrieben – jeweils ein Mantelrohr 56, das zur Bildung einer zylindrischen Kammer stirnseitig jeweils abgeschlossen ist. Im Innenraum eines jeden Elements 49 ist freistehend ein Kolben 57 vorgesehen, der unter Bildung eines ringförmigen Bundes auf ein einen geringeren Durchmesser zeigendes, eine Stützfläche 58 aufweisendes freies Ende 59 abgesetzt ist. Dieses freie Ende ist in einer Bohrung 60 des jeweils zugeordneten stirnseitigen Abschlusses 61 des Mantelrohres 56 axial geführt. Abgedichtet ist der Kolben, indem der Mittenbereich des stirnseitigen Abschlusses 61 dicht und

fest mit einem Endo des Mantelbalgs 62 verbunden ist, dessen anderes Ende ebenso druckfest und gasdicht mit dem Kolben 57 verbunden ist. Bei einer geschlossenen Ausführung, nämlich den Federelementen 48 gemäß den Fig. 5 bis 7, ist der zwischen dem Mantelrohr 56 und dem Metallbalg 62 sowie dem Kolben 57 und dem stirnseitigen Abschluß 65 anstehende Raum über eine durch einen Verschuß abgeschlossene Füllöffnung 64 mit einem unter Druck stehenden inerten Gas gefüllt worden, dessen Druck sich auf den Kolben auswirkt und das freie Ende 59 des Kolbens 57 bis zum Anschlag an den Bund 66 durch die Bohrung 60 preßt. Bei der offenen Ausführung gemäß den Fig. 8 und 9 ist die Füllöffnung 64 mit einem Anschluß 67 zur bereits erwähnten Druckluftleitung 51 versehen.

Die Elemente 49 sind jeweils innerhalb von Aufnahmebohrungen 68 positioniert. Die Positionierung gegenüber dem Trägerflansch 46 erfolgt durch eine am Trägerflansch 46 angeordnete Ringausnehmung 69, in die die freien Enden 59 der Elemente 49 hineinragen.

Der Rahmen bzw. das Gehäuse 44 ist bei der Ausführungsform nach den Fig. 8 und 9 quergeteilt, wobei die Quer-Teilungsebene mit der Bezugsziffer 55 gekennzeichnet ist.

Der Trägerflansch 46 ist ähnlich wie das Stützelement 102' gemäß Fig. 5 zwischen zwei Muttern 103 und 104 am oberen freien Ende der Stopfenstange 47 befestigt, wobei die Muttern 103; 104 auf einen Gewindeabschnitt 105 der Stopfenstange 47 aufschraubbar sind.

Anhand Fig. 10 soll eine weitere Ausführungsform für eine Stopfen-Regleinrichtung beschrieben werden, wobei bei dieser Ausführungsform der Stopfenhub ausschließlich durch die Stellorgane 49 einerseits und Schließelemente 48 andererseits geregelt wird. Die den Stopfen 15 tragende Fahne ist also – im Gegensatz zu der Ausführungsform nach Fig. 1 – vertikal unverrückbar an der Verteilerrinne 10 montiert.

Dabei ist die zu den offenen Federelementen 49, die das Stopfen-Stellorgan „B“ definieren, führende Druckluftleitung 51 zum einen über eine Zweigleitung 52 mit einer konstanten Druckluftquelle 34 und zum anderen über eine Zweigleitung 53 mit einem Druckerzeuger 50 verbunden. Die Druckluftquelle 34, die vorzugsweise unter einem Druck von etwa 6 bar steht, stellt die Druckluftversorgung für die offenen Federelemente 49 sicher, wobei der erwähnte Basisdruck von etwa 6 bar durch ein in der Zweigleitung 52 angeordnetes Druckbegrenzungsventil 76 gewährleistet ist. Zwischen diesem Druckbegrenzungsventil und dem Anschluß 77 der Leitung 22 an der Druckluftleitung 51 ist noch ein Rückschlagventil 78 angeordnet, das nur in Richtung von der Druckluftquelle 34 zu den offenen Federelementen 49 öffnet.

Der Druckerzeuger 50 ist bei der dargestellten Ausführungsform gemäß Fig. 10 in der anhand von Fig. 1 beschriebenen Weise aufgebaut. Bezüglich der Funktionsweise in Verbindung mit dem Signalprozessor 92 sowie den Thermoelementen 94 wird ebenfalls auf die entsprechende Beschreibung der Fig. 1 verwiesen.

Anhand der Fig. 11 und 12 wird eine besonders einfache und funktionssichere Ausführungsform eines erfindungsgemäß ausgebildeten Stopfen-Antriebskopfes 43 näher erläutert. Dieser ist wiederum am freien Ende der Fahne 22 befestigt und umfaßt einen topfartigen Rahmen bzw. Gehäuse 44 sowie eine unterhalb des Gehäusebodens 153 angeordnete Stützplatte 120, die ebenfalls starr mit der Fahne 22 verbunden ist. Das Stopfen-Stellorgan „B“ wird durch pneumatisch beaufschlagbare Federelemente 49 der bereits beschriebenen Art gebildet, nur mit dem Unterschied, daß es sich um besonders „langhubige“ Federelemente handelt, die anhand der Fig. 13 weiter unten noch näher beschrieben werden. Diese Federelemente 49 stützen sich einerseits an der Stützplatte 120 und andererseits an einer mit der Stopfenstange 47 fest verbundenen Masse 121 ab, die das Stopfen-Schließelement „A“ definiert. Das Gewicht der Masse 121 beträgt etwa 50 bis 80 kg; letztlich ist es abhängig von der erforderlichen Stopfen-Schließkraft. Gegen die Wirkung dieses Gewichts ist der Stopfen 15 aus der Stopfen-Schließstellung bewegbar. Die Abstützung der Federelemente 49 an der Masse 121 erfolgt in vertikalen Sackbohrungen 122 in der Stopfen-Schließmasse 121.

Die Masse 121 ist ähnlich wie das Stützelement 102' bei der Ausführungsform nach den Fig. 5 bis 7 mittels der Muttern 103; 104 am freien oberen Ende der Stopfenstange 47 befestigt. Die Druckluftzufuhr zu den Federelementen 49 erfolgt über die bereits erwähnte Druckluftleitung 51 und den Druckluftanschluß 67 innerhalb des Antriebskopfes 43. Die Befestigung des Rahmens bzw. Gehäuses 44 an der Fahne 22 erfolgt mittels Befestigungsschrauben 167.

Die Langhub-Federelemente 49 gemäß den Fig. 11 und 12 werden nun anhand der Fig. 13 näher erläutert. Es handelt sich um offene Gasdruckfedern, die gekennzeichnet sind durch eine obere Stützplatte 171, untere Stützplatte 170, obere Metallbalg-Führung 172, ein mit der oberen Stützplatte verbundenes äußeres Gehäuse 173, ein mit der unteren Stützplatte 170 verbundenes inneres Gehäuse 175, einen mit der oberen Metallbalgführung 172 einerseits und der unteren Stützplatte 170 andererseits verbundenen Metallbalg 174 sowie einen am unteren freien Ende des äußeren Gehäuses 173 angeordneten Hubbegrenzungsring 154, der mit einem am inneren Gehäuse 173 angeordneten Radialvorsprung 123 zusammenwirkt. Die obere Balgführung 172 ist durch einen an der Innenseite der oberen Stützplatte 171 angeordneten, nämlich angeschweißten Haltezapfen 155 zentriert.

Über einen an der unteren Stützplatte 170 vorgesehenen Anschluß 67 ist in den durch den Metallbalg einerseits und die obere Balgführung 172 sowie untere Stützplatte 170 andererseits begrenzten Raum Druckluft einleitbar, wobei an den Anschluß 67 die vorbeschriebenen Druckluftleitung 51 angeschlossen ist. Die Drucklufteinleitung erfolgt im eingebauten Zustand entgegen der Wirkung der vorbeschriebenen Stopfen-Schließelemente „A“. Die über den Druckluftanschluß 67 offenen Gasdruckfedern 49 erlauben einen Hub bis zu 100 mm, so daß bei ihrer Verdrängung eine vertikale Verschiebung der Fahne 22 entbehrlich ist. Die Null-Position des Stopfens 15 kann allein durch entsprechende Druckluftbeaufschlagung der offenen Gasdruckfedern 49 eingestellt werden. Die erwähnte Hubstrecke wird begrenzt einerseits durch den am inneren Gehäuse 175 ausgebildeten Radialvorsprung 123 und den am äußeren Gehäuse angeordneten, nämlich angeschweißten Hubbegrenzungsring 154 und andererseits durch den bereits erwähnten Radialvorsprung 123 und eine im Axialabschluß vom Hubbegrenzungsring 154 an der Innenseite des äußeren Gehäuses 73 ausgebildete Ringstufe 124. Die maximale Hubstrecke des offenen Federelements 49 ist durch die Bezugsziffer 157 gekennzeichnet.

Anhand von Fig. 14 wird eine weitere abgewandelte Regelung für die Stopfenbewegung erläutert, wobei diese Ausführungsform auch dann noch sicher arbeitet, wenn unerkannte Leckagen – auch größeren Ausmaßes – im Druckluftnetz für das Stopfen-Stellorgan „B“ auftreten. Ausgangspunkt dieser Regelung ist ebenfalls die bereits anhand der Fig. 10 erwähnte Druckluftquelle 34 von etwa 6 bar, die praktisch in jedem größeren Betrieb, insbesondere Gießereibetrieb, vorhanden ist. Diese Druckluftquelle ist mit der zu dem pneumatisch betätigten Stopfen-Stellorgan „B“ führenden Druckluftleitung 51 über eine sogenannte Drucksteigerungseinheit 126 verbunden. Die von der Druckluftquelle 34 zur Drucksteigerungseinheit 126 führende

Druckluftleitung ist mit der Bezugsziffer 127 gekennzeichnet. Es handelt sich dabei um eine Art „Niederdruckleitung“. In dieser ist ebenfalls ein Druckbegrenzungsventil 76 entsprechend dem in Fig. 10 angeordnet. Vor dem Druckbegrenzungsventil zweigt eine Leitung 128 zu einem Zweifach-Rückschlagventil ab, welches zum einen der Drucksteigerungseinheit 126 und zum anderen einer Steuerdruckquelle 130 zugeordnet ist, wobei von der Verbindungsleitung zwischen dem Zweifach-Rückschlagventil 129 und der Steuerdruckquelle 130 die bereits erwähnte Druckluftleitung 51 abzweigt. Die Drucksteigerungseinheit 126 umfaßt einen Differentialkolben 131, wobei dem durchmessergrößeren Teil des Kolbens 131 eine Niederdruck-Zylinderkammer 132 und dem durchmesserkleineren Teil des Kolbens 131 eine Hochdruck-Zylinderkammer 133 zugeordnet ist. Mit der Niederdruck-Zylinderkammer 132 ist die Niederdruckleitung 127 verbunden. Der Hochdruck-Zylinderkammer 133 ist das Zweifach-Rückschlagventil 129 zugeordnet derart, daß in der Verbindung zwischen der Zweigleitung 128 und Hochdruck-Zylinderkammer 133 ein nur in Richtung zu letzterer öffnendes Rückschlagventil 134 und in der Verbindung zwischen der Hochdruck-Zylinderkammer 133 und der Steuerdruckquelle 130 bzw. der zum Stopfen-Stellorgan „B“ führenden Druckluftleitung 51 ein nur in Richtung zu letzterer öffnendes Rückschlagventil 135 angeordnet ist. Die beiden Rückschlagventile 134, 135 sind zu einer Baueinheit 129 zusammengefaßt derart, daß die Fluidverbindung zwischen den beiden Rückschlagventilen 134 und 135 über eine Stichleitung 136 mit der Hochdruck-Zylinderkammer 133 in Verbindung steht. Die Drucksteigerungseinheit 126 arbeitet in Verbindung mit dem beschriebenen Zweifach-Rückschlagventil 129 nach Art einer Luftpumpe, mit der die Steuerdruckquelle 130 aufladbar ist derart, daß der Steuerdruck z. B. 50 bar beträgt. Die Drucksteigerungseinheiten samt Zweifach-Rückschlagventil 129 sind so eingestellt, daß der Steuerdruck in der Steuerdruckquelle 130 etwa konstant gehalten wird. Dies bedeutet, daß bei etwaigen Leckagen die Steuerdruckquelle sofort „nachgeladen“ wird. Bei dem beschriebenen Sachverhalt herrscht also in der Niederdruck-Zylinderkammer 132 der Betriebsdruck von 6 bar, während in der Hochdruck-Zylinderkammer 133 ein Druck von etwa 50 bar aufgebaut werden muß. Luftnachschieb erhält die Zylinderkammer 133 über die Zweigleitung 128 und das Rückschlagventil 134. In der Druckluftleitung 51 ist noch ein Servoventil 137 angeordnet, welches mit einer Elektronikeinheit 138 korrespondiert. Diese Elektronikeinheit besteht aus einem Strom-Spannungswandler 139, PID-Regler 140 und Meßverstärker 141. Das der Elektronikeinheit 138 bereitzustellende Sollwertsignal 142 wird dementsprechend in ein proportionales Spannungssignal umgewandelt. Im PID-Regler 140 wird auch der Ist-Wert des in der Leitung 51 herrschenden Drucks berücksichtigt. Dieser wird von einem, dem Servoventil 137 nachgeschalteten Druckaufnehmer 143 ermittelt. Das Ist-Wert-Drucksignal gelangt dann über den Meßwertverstärker 141 zum PID-Regler 140. Diesem ist ein Spannungs-Stromwandler 144 nachgeschaltet, durch dessen Signale das Servoventil 137 geschaltet wird. Das bereitzustellende Sollwertsignal 142 wird durch einen der Elektronikeinheit 138 vorgeschalteten Signalprozessor 145 erzeugt und geliefert, und zwar unter Berücksichtigung des Badspiegel-Sollwerts 146, welcher vom in Fig. 14 nicht dargestellten Prozeß-Kontroller 96 geliefert wird, des Badspiegel-Istwerts 147 und eines Stopfen-Wegstreckensignals 148. Letzteres wird von einem dem Stopfen 15 bzw. der Stopfenstange 47 zugeordneten temperaturunempfindlichen Wegaufnehmer geliefert, insbesondere einem kapazitiven Wegaufnehmer. Dem Sollwertsignal 142 kann noch ein Handsteuer-Signal aufgeschaltet werden. Desgleichen ist die Aufschaltung des Signals „Stopfen: Not-Auf oder Stopfen: Not-Zu“ möglich. Diese Aufschaltung erfolgt über einen der Signalleitung 142 zugeordneten Integrator 149. Zwischen der Elektronikeinheit 138 und dem Stromnetz ist noch ein Netztrafo 150 geschaltet. Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß die offenen Federelemente 49 des Stopfen-Stellorgans „B“ auch hydraulisch beaufschlagt werden können. In diesem Fall muß jedoch unbedingt eine Kühlung des Antriebskopfes 43 vorgenommen werden, um Dampfbildung innerhalb der Hydraulikleitung zu vermeiden. Es ist auch eine Umlaufkühlung des Hydraulikmediums denkbar. Die Elemente 49 sind in diesem Fall vorzugsweise einseitig beaufschlagbare Kolben-Zylinder-Einheiten. Statt des Druckerzeugers 50 gemäß Fig. 10 kann auch ein sogenannter Hydro-Blasenspeicher verwendet werden, dessen Hydraulikkammer mit der Hydraulik, d. h. Leitung 84, und dessen Pneumatikkammer (Gasblase) mit der Pneumatik, d. h. Leitung 53; 51 verbunden ist. In der Hydraulikleitung 84 ist dann vorzugsweise noch ein Durchflußmeßgerät angeordnet, welches den Weggeber 89 bei der Ausführungsform nach Fig. 10 ersetzt. Anhand von Fig. 15 wird eine hinsichtlich der Reduzierung einer möglicherweise auftretenden Hysterese zwischen Steuerdruck in der zum Anschluß 67 führenden Druckleitung 51 und der tatsächlich ausgeführten Wegstrecke besonders vorteilhafte Ausführungsform des Stopfen-Antriebskopfes 43 erläutert. Modellversuche haben gezeigt, daß die erwähnte Hysterese um so geringer ist, je kleiner die Druckänderungen sind. Dementsprechend wird gemäß Fig. 15 vorgeschlagen, die in Richtung „Stopfen AUF“ wirkende Wirkfläche möglichst groß zu bauen. Konkret werden dazu sowohl das den Stopfen in Schließstellung drängende Element 48 als auch das Stopfen-Stellelement 49 als sich um die Stopfenstange 47 herumstreckende Ringbalgelemente ausgebildet, wobei das Element 48 mit Gas, insbes. Luft, gefüllt und verschlossen ist, während das Element 49 über den Druckmittelanschluß 67 – wie oben beschrieben – steuerbar ist. Statt des Balgelements 48 kann auch eine konstante Masse als Stopfen-Rückstellorgan dienen. Ebenso sind mechanische Federelemente denkbar. Grundsätzlich kann das Stopfen-Rückstellorgan so ausgebildet sein, wie oben anhand der anderen Ausführungsformen beschrieben. Demnach ist es auch möglich, das Balgelement 48 offen auszubilden; in diesem Fall ist eine Fluidverbindung zwischen den beiden Elementen 48; 49 vorgesehen, in der ein 5/3-Wege-Proportionalventil angeordnet ist. Insofern sind also der Konstruktion nur wenig Grenzen gesetzt. Die vergrößerte Wirkfläche im Bereich des Stellorgans 49 hat auch den Vorteil, daß mit geringerem Steuerdruck gearbeitet werden kann. Ferner läßt sich die Stellkraft gleichmäßig über den Umfang des Antriebskopfes 43 verteilen, so daß andere Ausgleichsmittel, wie aufwendige Führungen oder dergleichen, entfallen können. Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

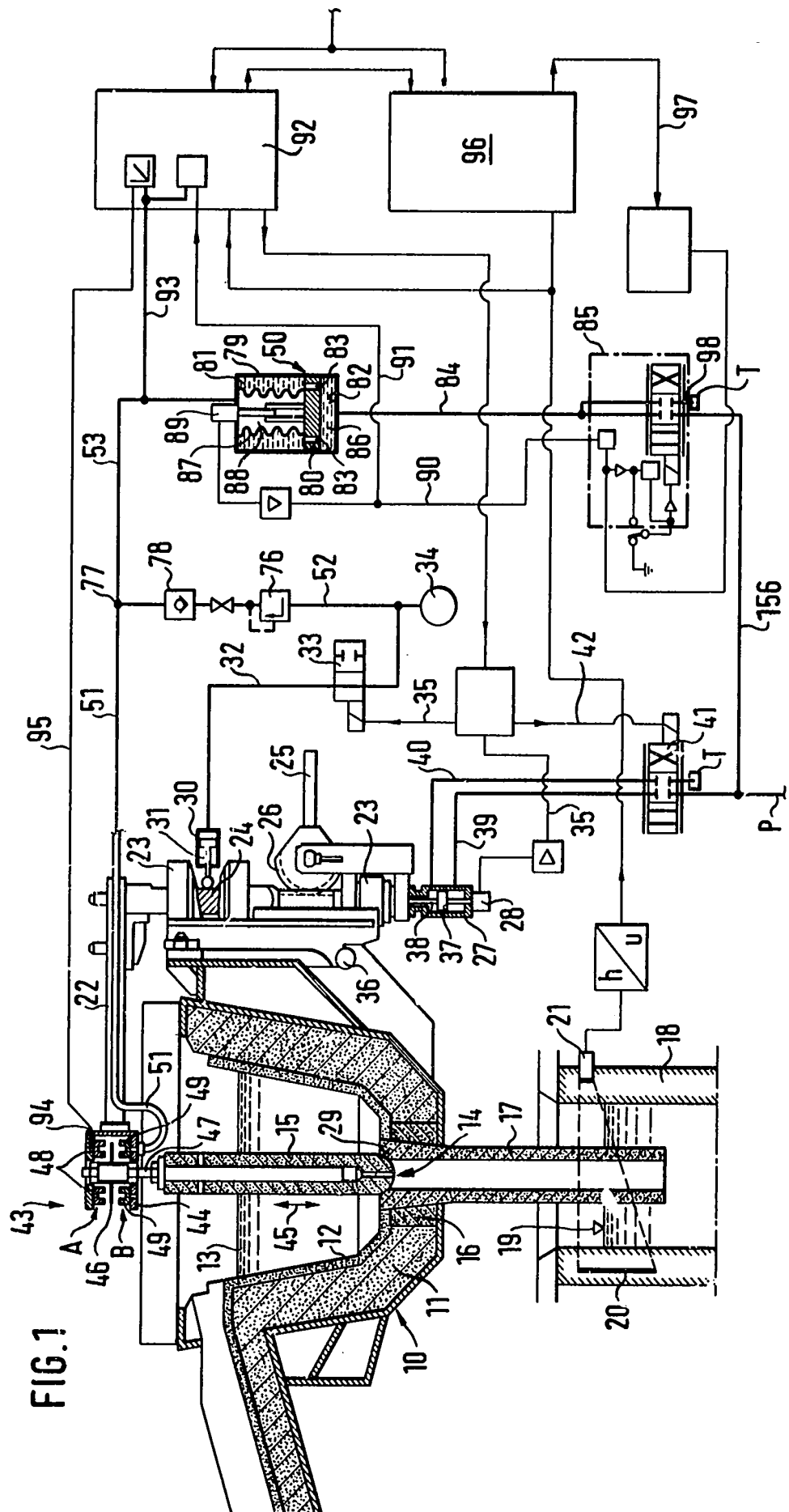


FIG. 2

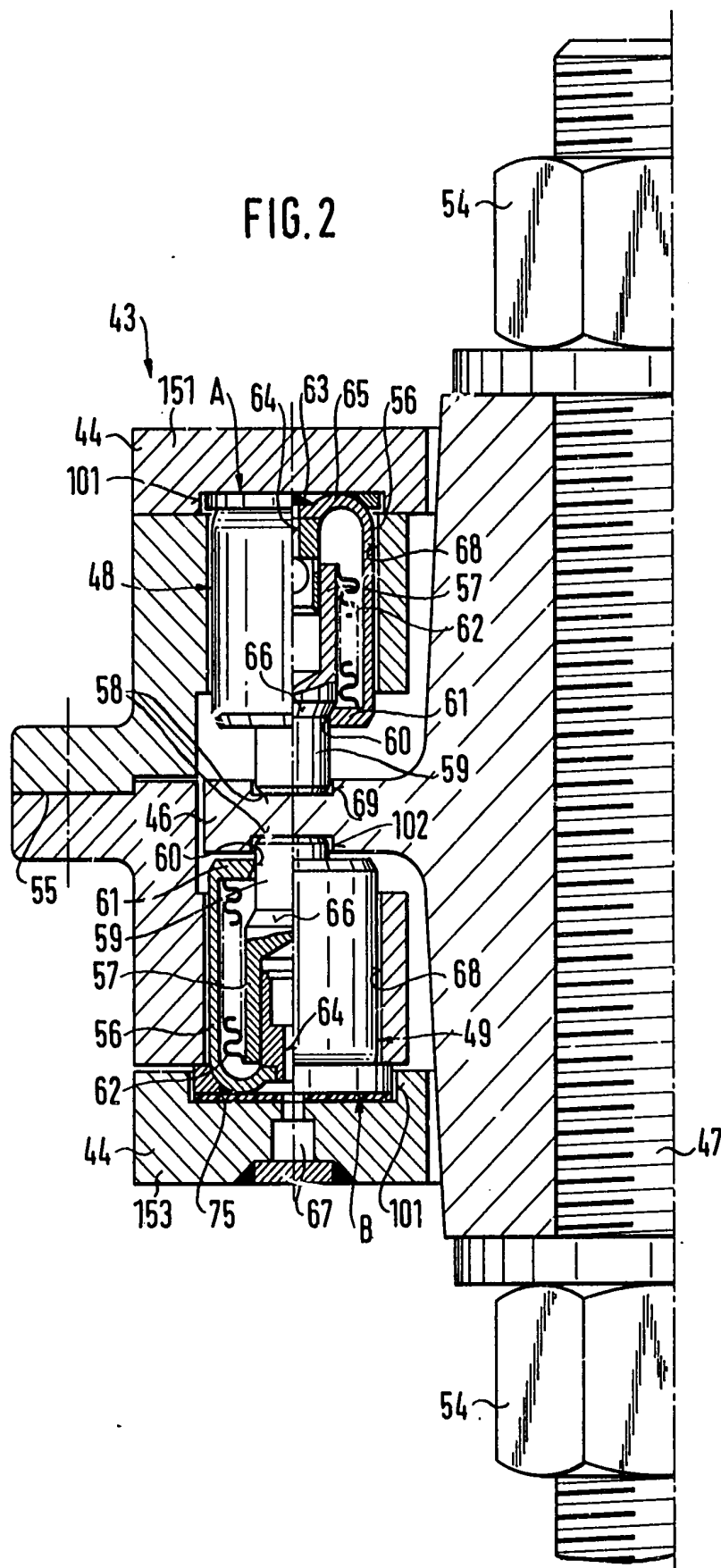


FIG. 3

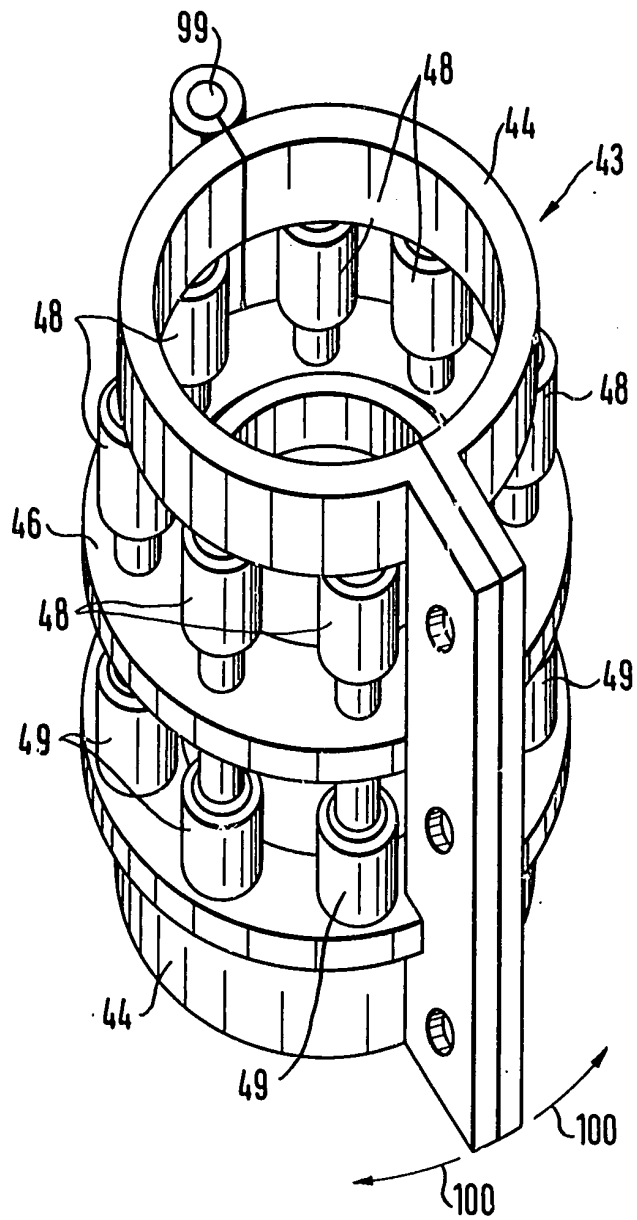
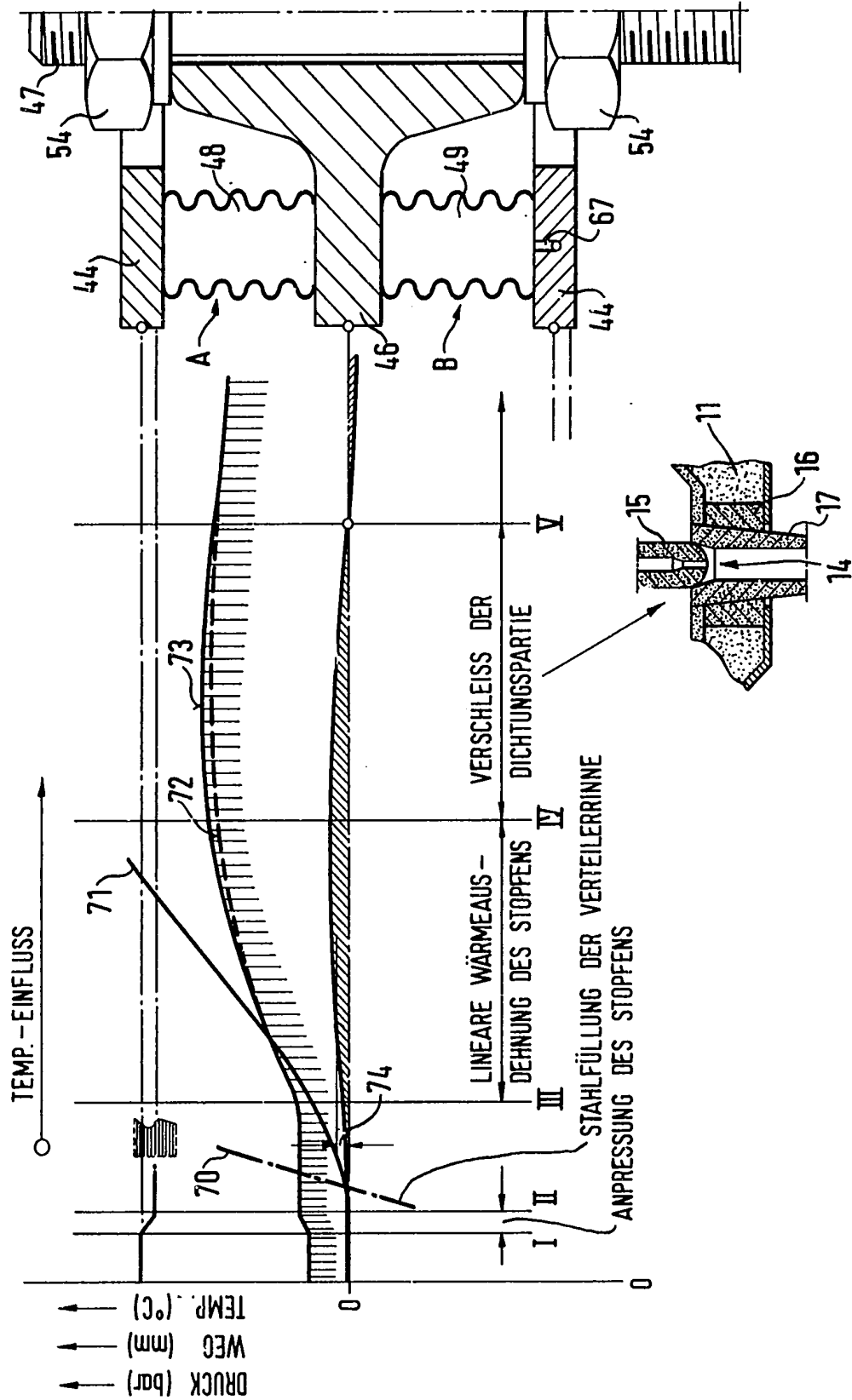
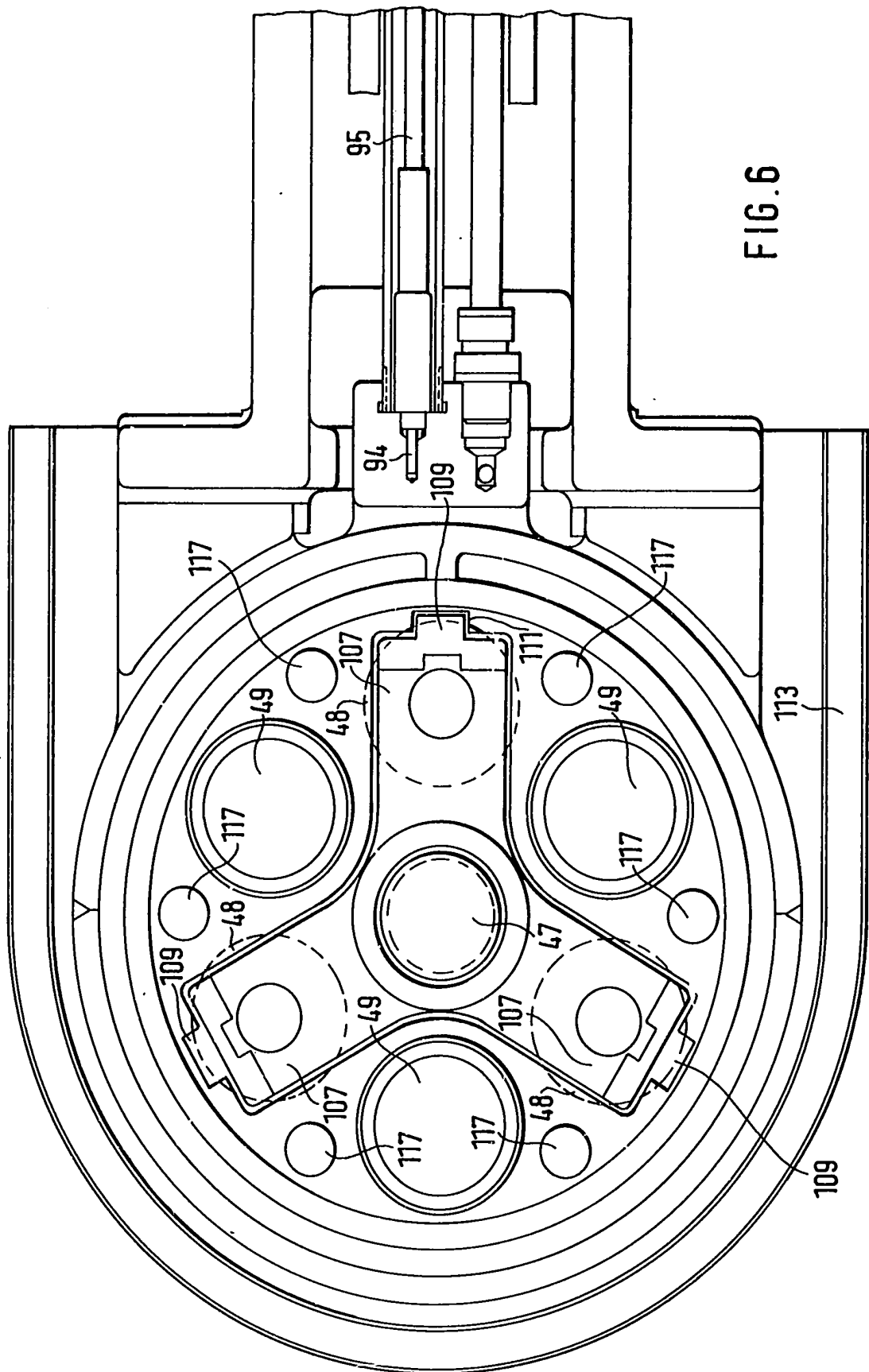
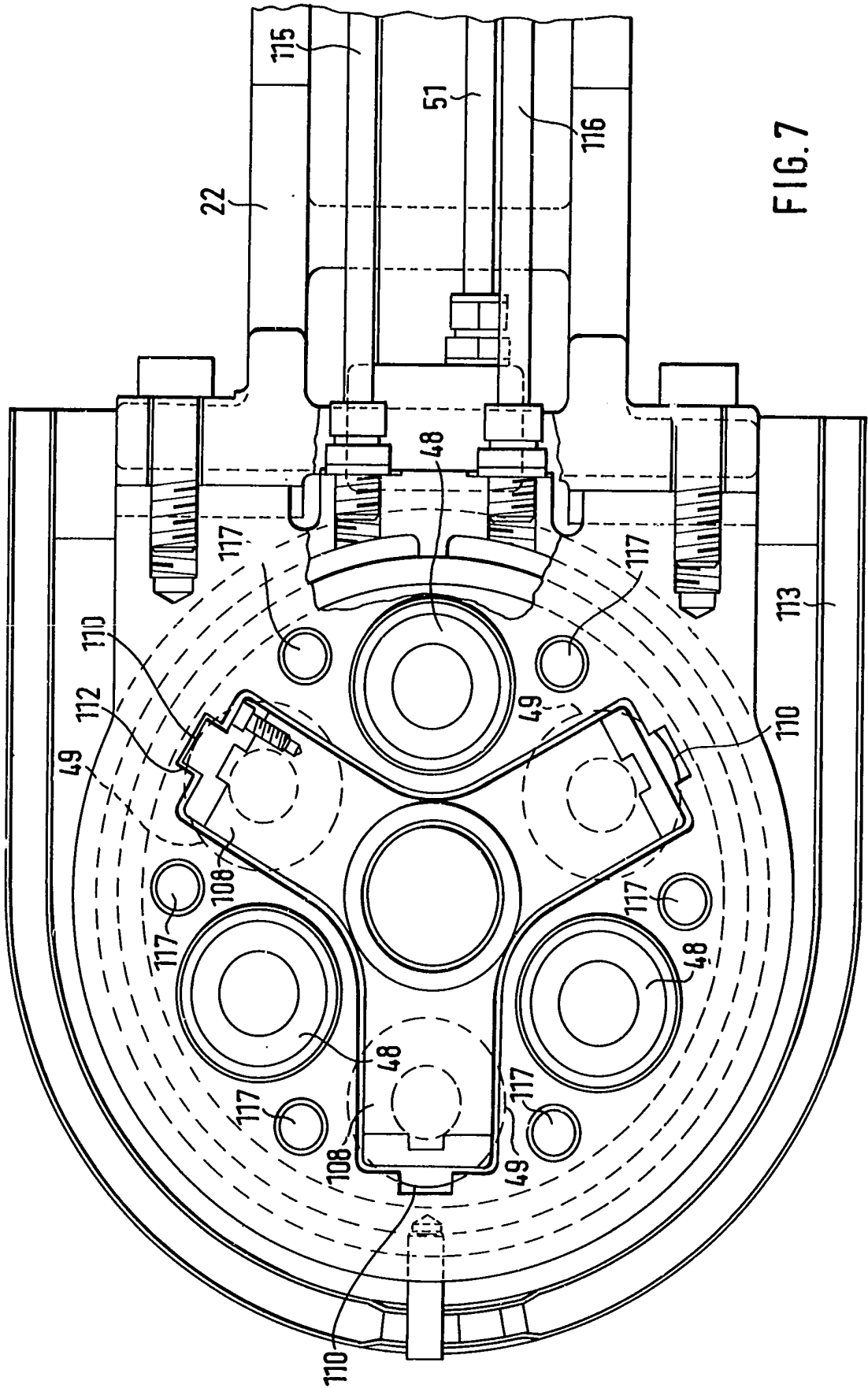
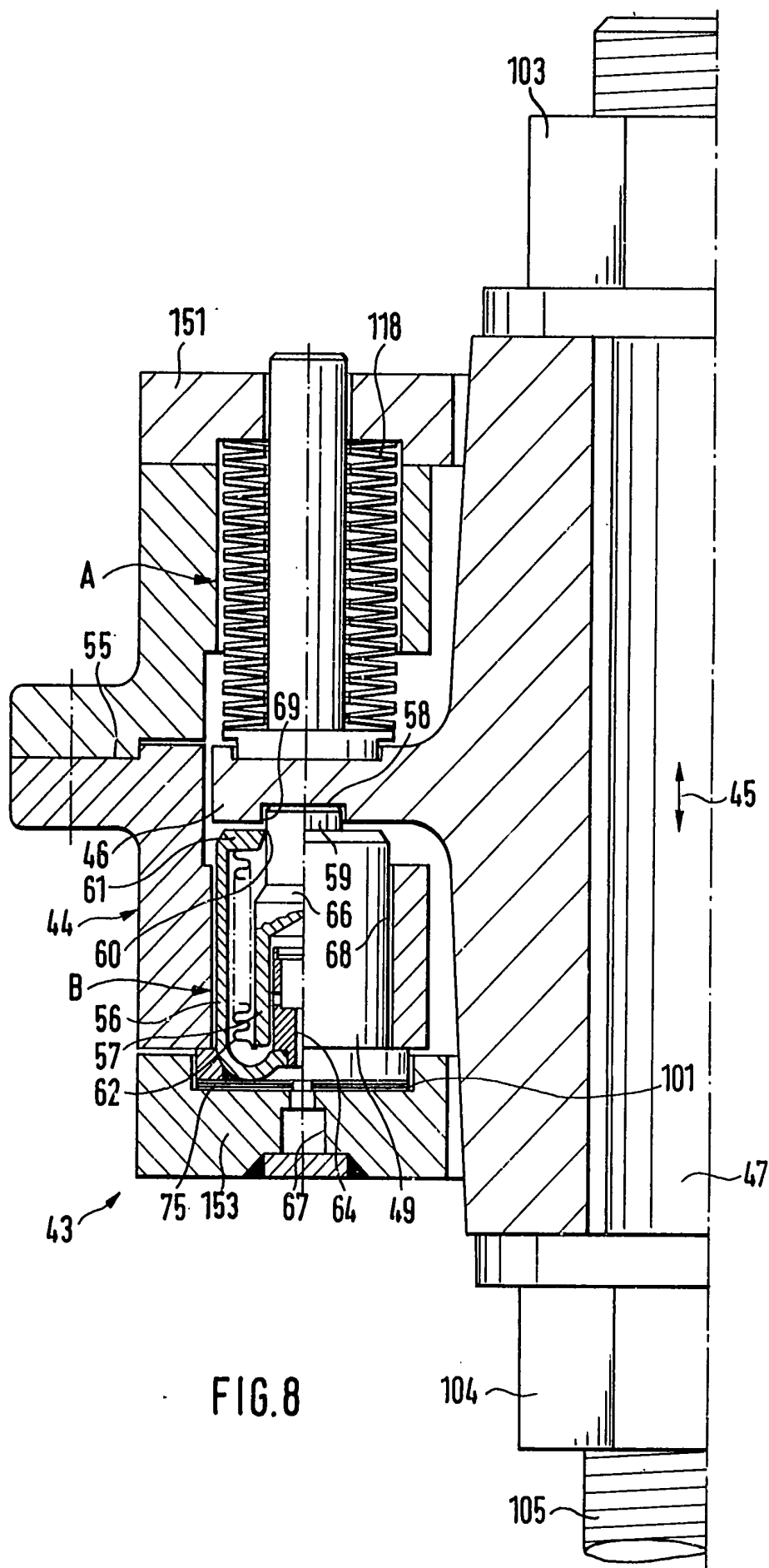


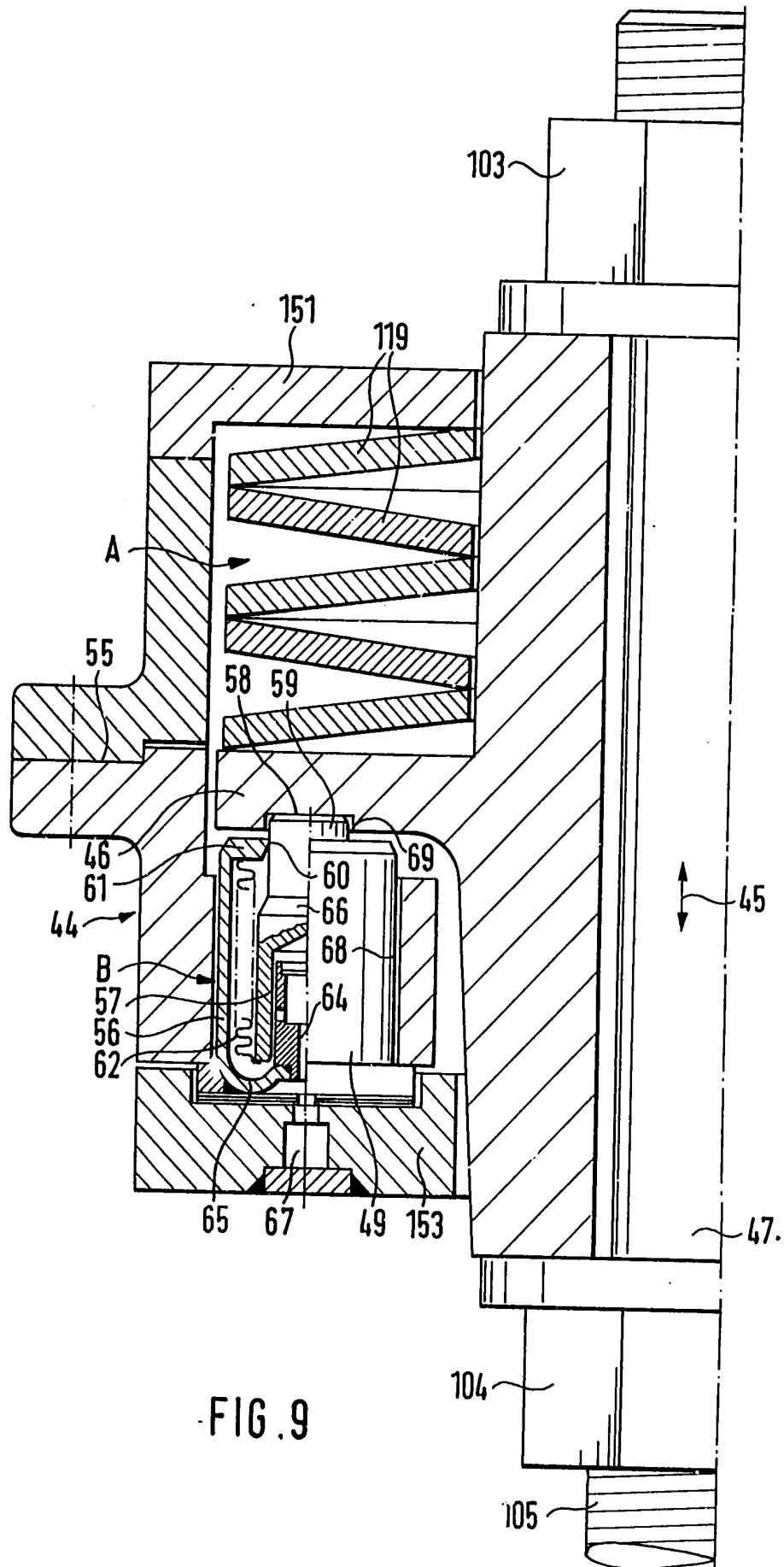
FIG. 4

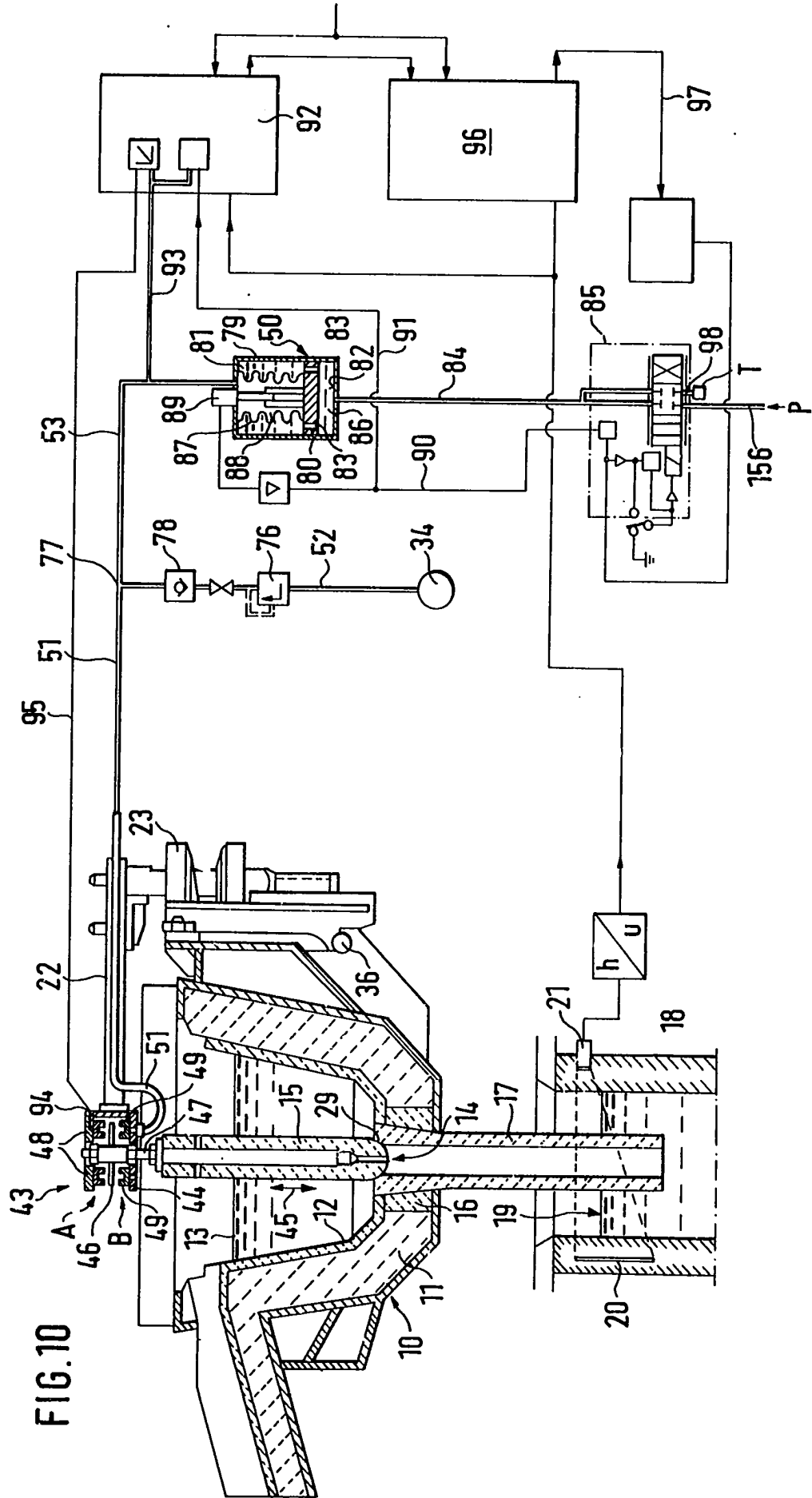


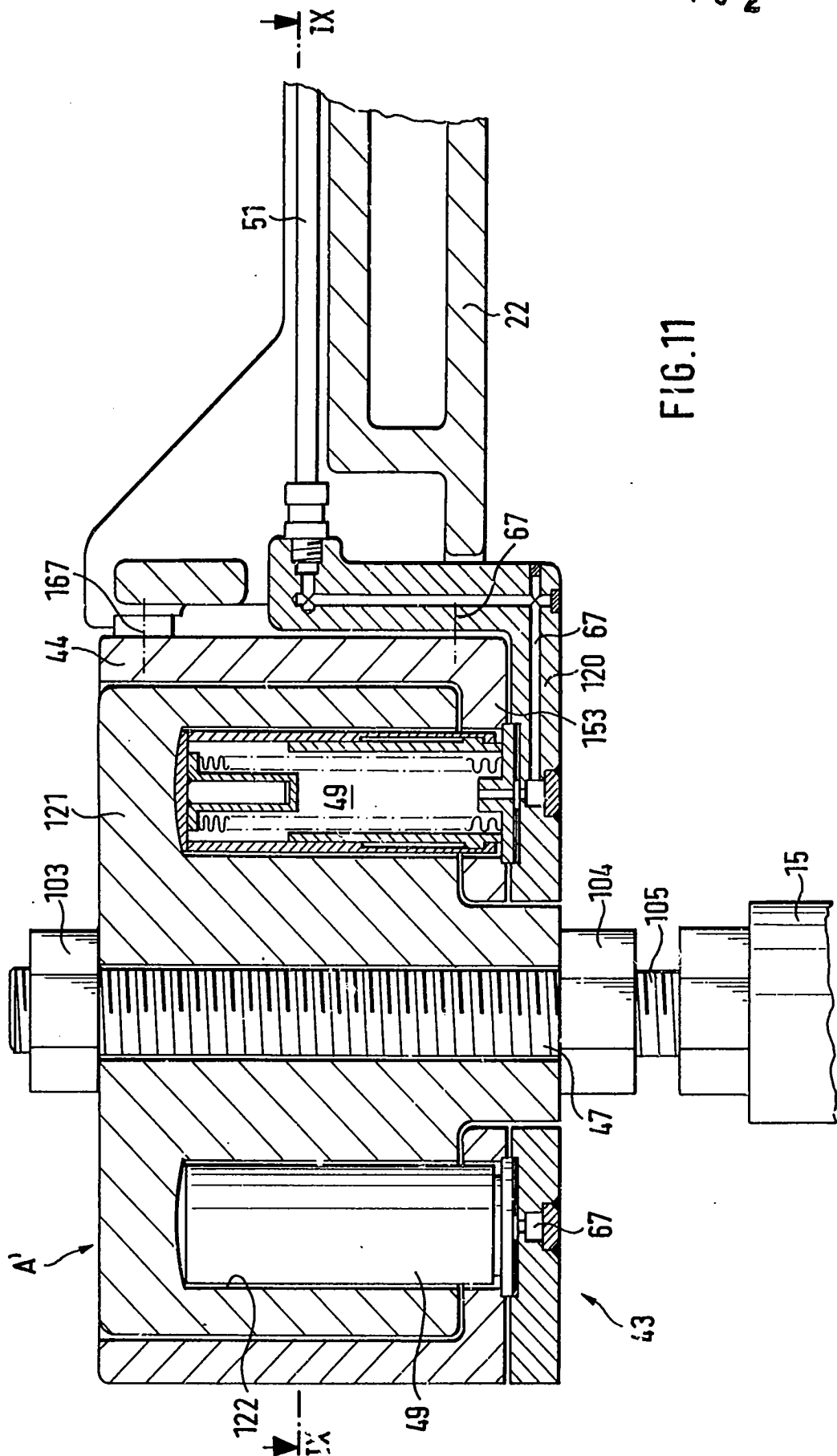


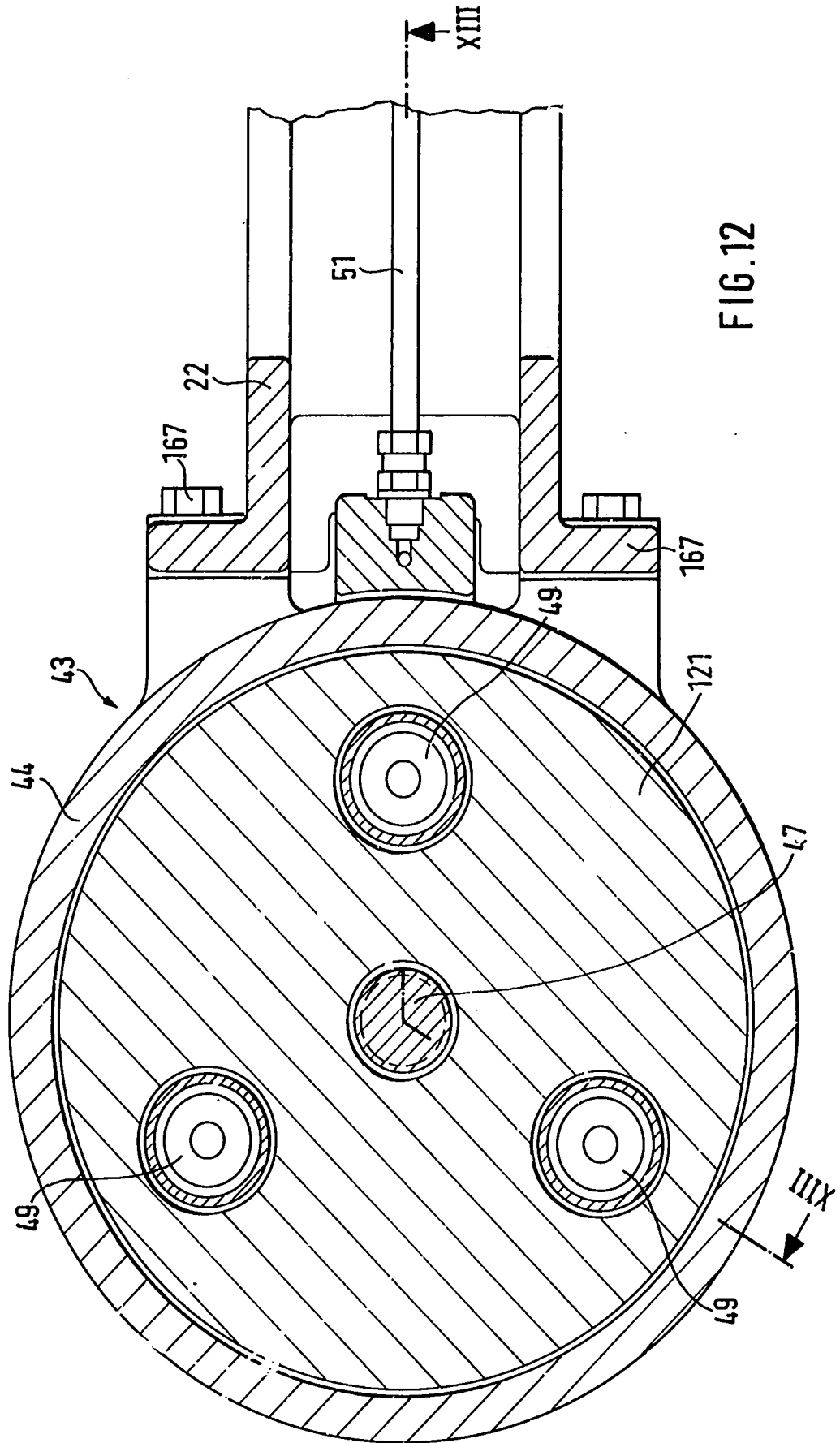












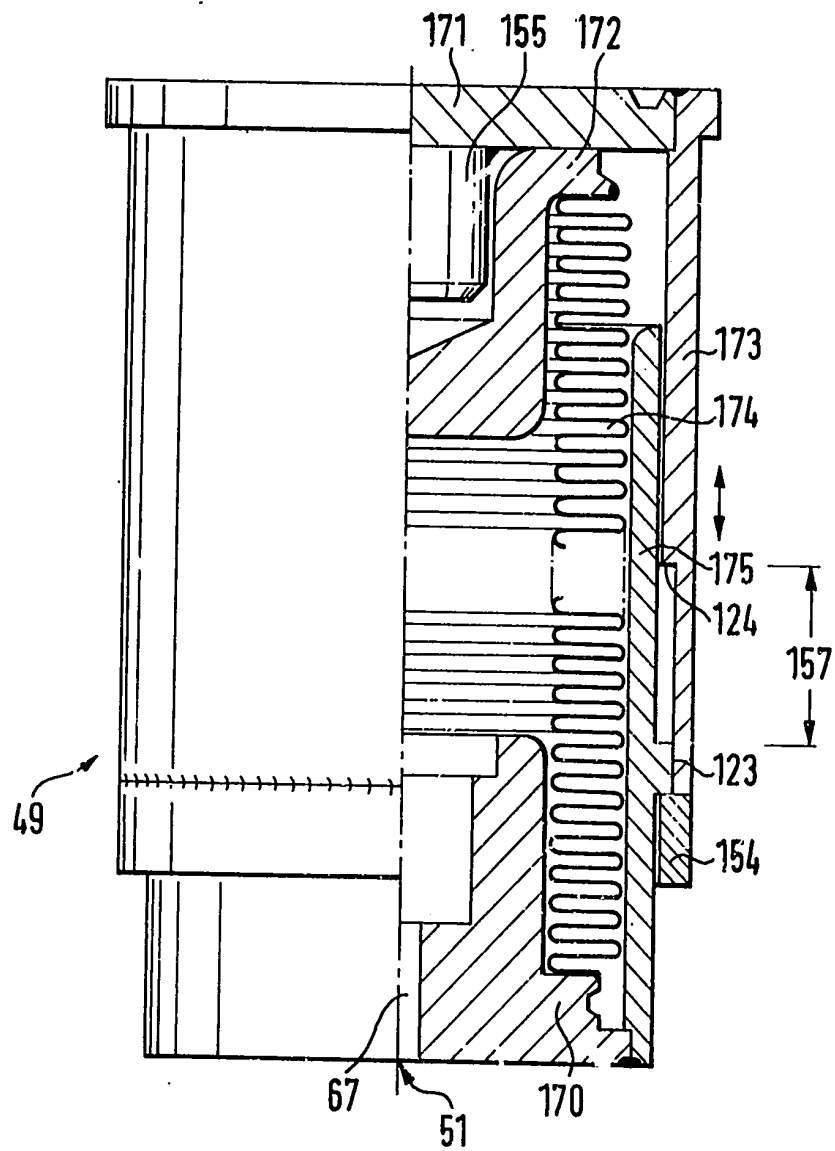


FIG. 13

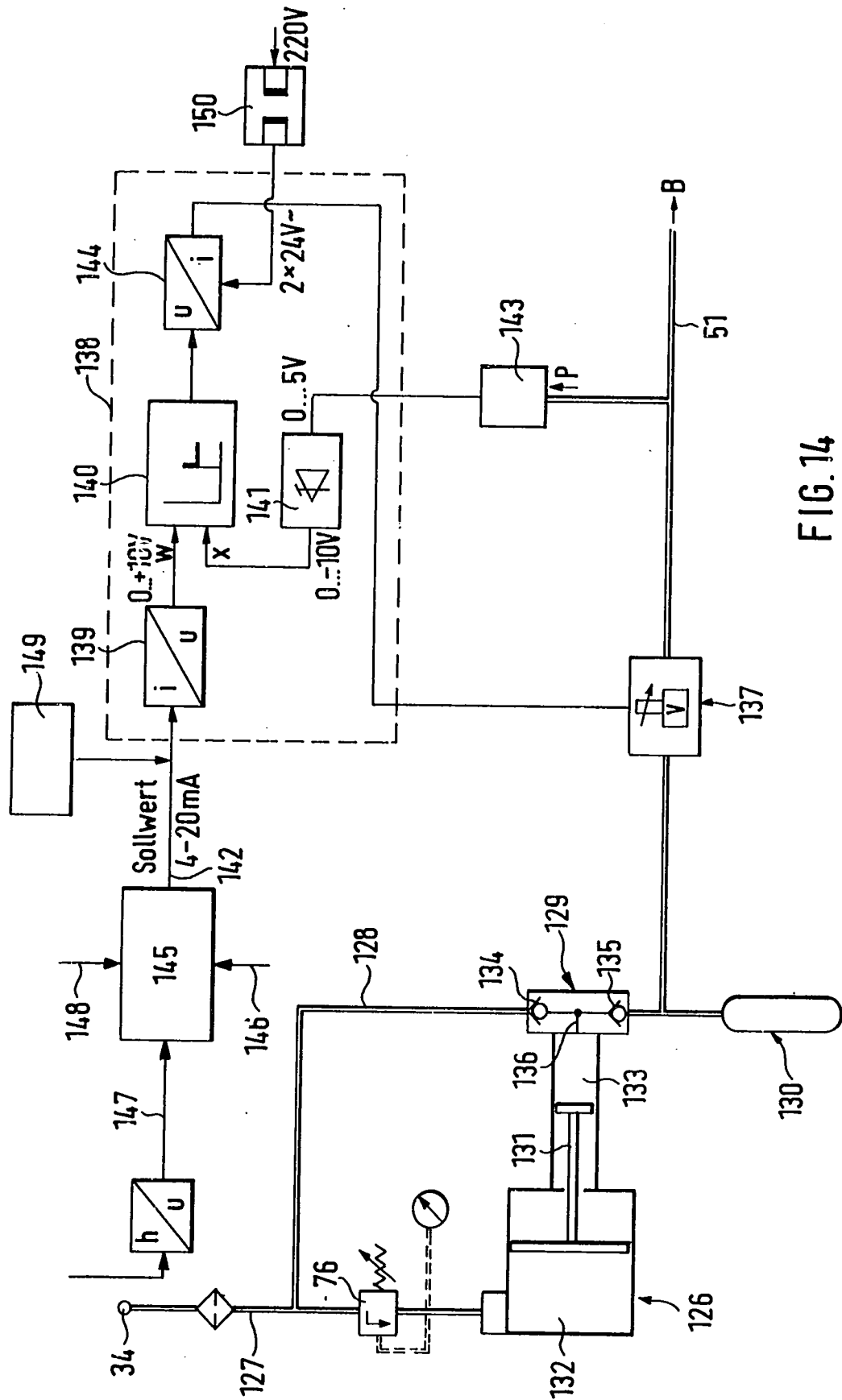


FIG. 14

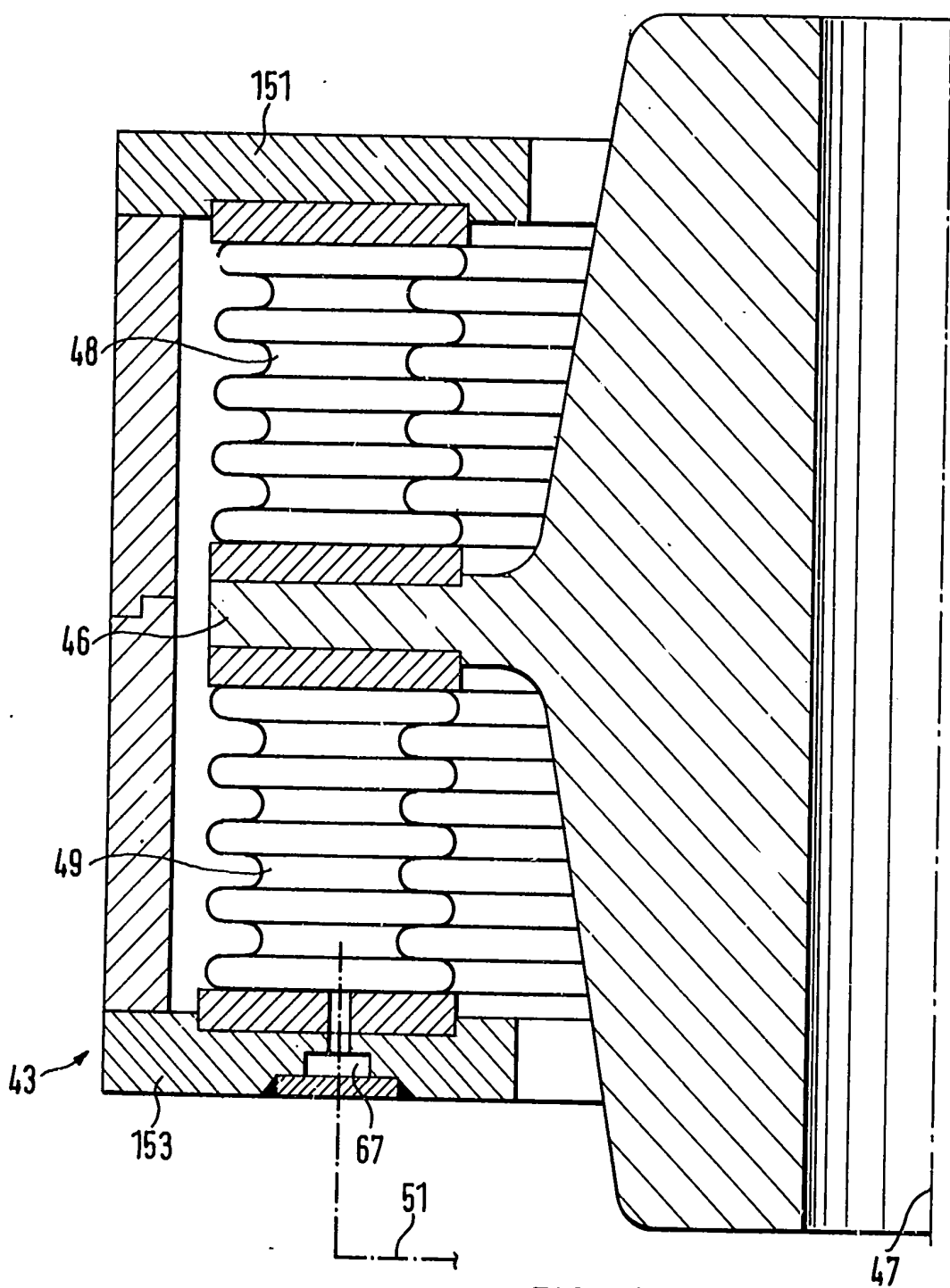


FIG. 15