



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 23 741 T2 2006.03.30**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 989 345 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 23 741.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 118 300.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **15.09.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.03.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **16.02.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.03.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F16K 31/06 (2006.01)**

G05D 16/20 (2006.01)

F16K 31/08 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

158690 22.09.1998 US

(73) Patentinhaber:

**Saturn Electronics & Engineering, Inc., Auburn
Hills, Mich., US**

(74) Vertreter:

**HOEGER, STELLRECHT & PARTNER
Patentanwälte, 70182 Stuttgart**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**Najmolhoda, Hamid, Grand Rapids, Michigan
49544, US; Seid, David L., North Muskegon,
Michigan 49445, US; Nezwek, David A., Marne,
Michigan 49435, US**

(54) Bezeichnung: **Einstufiges, elektromagnetisches Druckregelventil mit einstellbarer Motorkraft**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Solenoid-betätigtes Proportionalventil mit veränderlicher Kraft, welches den Druck eines Fluids als Antwort auf einen an ein Ventil-Solenoid angelegten elektrischen Strom steuert, und betrifft im Besonderen ein druckregulierendes Solenoid-betätigtes Proportionalventil mit veränderlicher Kraft, welches mehrfache Öffnungen aufweist, um eine präzisere Niederdrucksteuerung über einen weiten Bereich von Arbeitsfluiddrücken und -temperaturen bereitzustellen.

[0002] Ein Proportional-Solenoid-Steuerventil mit veränderlicher Kraft, welches relativ kostengünstig herzustellen ist und kompakte Abmessungen aufweist und dabei eine im Wesentlichen lineare, proportionale Fluidsteuerung aufrechterhält, ist in US-A-4 988 074 beschrieben. Dieses Proportional-Solenoid-Steuerventil mit veränderlicher Kraft umfasst ein äußeres Stahl-Solenoid-Gehäuse und eine Aluminium-Ventilglieddüse, welche mechanisch miteinander gefügt sind, z.B. durch Lappen an dem Stahl-Solenoid-Gehäuse, die um Bereiche der Aluminium-Ventilglieddüse gelegt sind.

[0003] Das Proportional-Steuerventil mit veränderlicher Kraft umfasst einen ferromagnetischen (z.B. Stahl-)Anker, der von Federn mit niedriger Federrate an einander gegenüberliegenden Enden des Ankers innerhalb des Bohrlochs eines kernlosen Solenoid-Spulenkörpers so gehalten ist, dass er zwischen Positionen, welche zu einer geschlossenen Ventilstellung und einer vollgeöffneten Ventilstellung korrespondieren, als Antwort auf einen an eine elektromagnetische Spule angelegten elektrischen Strom hin- und herbeweglich ist. Die Position des Ankers wird durch Ausbalancieren der veränderlichen Kraft eines elektromagnetischen Feldes einer elektromagnetischen Spule und der Kraft des magnetischen Feldes eines Permanentringmagneten gegenüber der Kraft einer gewundenen Kompressionsfeder, welche das Ventil zur Geschlossenstellung des Ventils hin vorspannt, gesteuert. Die elektromagnetische Spule, der Spulenkörper und der Anker sind in dem Stahl-Solenoid-Gehäuse untergebracht. Das Fluidsteuerventil am Ende des Ankers bewegt sich relativ zu einem in der Aluminium-Ventildüse angeordneten Ventilsitz, um einen Fluideinlass mit Fluidauslassöffnungen zu verbinden, um so den Fluiddruck an Fluidsteueröffnungen proportional zur Größe des angelegten elektrischen Stromes zu regulieren.

[0004] Eine kommerziell hergestellte Version des obengenannten patentierten Proportional-Solenoid-Fluidsteuerventils mit veränderlicher Kraft wurde so modifiziert, dass sie ein Edelstahl-Kugelventil und einen gesonderten, in die Düse gepressten Edelstahl-Ventilsitzeinsatz aufweist. Das Kugelventil ist in einem Edelstahl-Käfig zwischen dem Ventilsitz und

einem stabartigen, zylinderförmigen Stahlanker, der sich relativ zu dem Ventilsitz proportional zur Größe des an die elektromagnetische Spule angelegten elektrischen Stromes bewegt, eingeschlossen. Wenn sich der Anker relativ zu dem Ventilsitz bewegt, um das Ventil zu betätigen, wird das Kugelventil aufgrund des Fluiddrucks in dem Ventilgliedgehäuse und des Einschlusses in dem Kugelventilkäfig in der Düse veranlasst, dem Ende des Ankers zu folgen. Der Fluideinlass wird durch Öffnen des Kugelventils mit Fluidauslassöffnungen verbunden, um so den Fluiddruck an Fluidsteueröffnungen proportional zur Größe des an die Spule angelegten elektrischen Stromes zu regulieren.

[0005] In dem Ventilgliedgehäuse ist ein Steuerschieberventil angeordnet, um eine Zweistufen-Hochfluss-Funktion bereitzustellen, wobei der Einlassöffnung zugeführtes unter Druck stehendes Fluid zunächst so geleitet wird, dass es die Steueröffnungen umgeht und einem Ende des Steuerschieberventils zufließt, um es von einer Nullfluidfluss-Steuerschieberposition zu einer Maximumfluidfluss-Steuerschieberposition relativ zu den Steueröffnungen zu bewegen, wie durch den für das Kugelventil durch Einstellen der Kraft der gewundenen Feder voreingestellten Teilöffnungsdruck bestimmt. Sodann wird in einer zweiten Stufe des Vorgangs der Fluidfluss durch die Steueröffnungen gesteuert, indem das Steuerschieberventil zwischen der Minimal- und der Maximalfluss-Steuerschieberposition proportional zur Höhe des elektrischen Stromflusses zu der Spule bewegt wird. Solche Proportional-Solenoid-Steuerventile mit veränderlicher Kraft, welche heutzutage kommerziell hergestellt werden, werden mit einem Aluminiumguss-Getriebekörper oder -gehäuse mit Hilfe einer an einer äußeren Düsennut angreifenden Klemmplatte, Schraube oder beidem operativ verbunden.

[0006] EP-A-0 849 514 zeigt in [Fig. 2](#) eine Solenoid-betätigte Ventil-Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, wobei ein Sekundärabzweigdurchlass ungefähr in der Mitte einer röhrenförmigen, in dem Düsengehäuse angeordneten Hülse angeordnet ist, welche ein erstes Ende mit einem Solenoid-betätigten Ventil in der Nähe eines Solenoid-Gehäuses, ein geschlossenes zweites Ende und eine zwischen dem ersten und dem zweiten Ende in der Nähe des Sekundärabzweigdurchlasses angeordnete Steueröffnung aufweist.

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt in der Bereitstellung einer Solenoid-Fluiddruckreguliertventil-Vorrichtung mit veränderlicher Kraft mit gegenüber der Ventilvorrichtung nach EP-A-0 849 514 verbesserter Niederdrucksteuerung (z.B. bei oder nahe Nullüberdruck) über einen weiten Bereich von Arbeitsdrücken und -temperaturen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch Anspruch 1 erfüllt, und weitere Verbesserungen der erfindungsgemäßen Ventil-Vorrichtung sind in den Ansprüchen 2 bis 6 definiert.

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt ein druckregulierendes Solenoid-Fluidsteuerventil mit veränderlicher Kraft zum Regulieren des Drucks eines unter Druck stehenden Fluids in einem Fluidsteuersystem im Verhältnis zum Strompegel eines elektrischen Eingangssignals bereit. Das druckregulierende Solenoid-Fluidventil mit veränderlicher Kraft umfasst ein Düsengehäuse mit einem ersten Ende, welches mit einem Solenoid-Gehäuse verbunden ist, und mit einer Zuführöffnung zum Aufnehmen von unter Druck stehendem Fluid und zum Zuführen des unter Druck stehenden Fluids zu einer festen inneren röhrenförmigen Fluidstromführungshülse. Die innere Hülse weist einen Primärdurchlass auf, welcher mit einem Ventilsitz in der Nähe des ersten Endes des Düsengehäuses und mit einer Steueröffnung durch einen oder mehrere Fluiddurchgänge zwischen dem Düsengehäuse und der Hülse verbunden ist. Die innere Hülse weist ferner einen Sekundärabzweigdurchlass auf, der in der Nähe eines zweiten Endes des Düsengehäuses und in der Nähe der Steueröffnung angeordnet ist, um unter Druck stehendes Fluid direkt zu der Steueröffnung abzuzweigen, so dass eine präzisere Niederdruckfluidsteuerung, z.B. im Besonderen dann, wenn der Überdruck an der Steueröffnung gegen Null-Überdruck(-Steuerdruck) geht, über einen weiten Bereich von Fluiddrücken und -temperaturen bereitgestellt wird. Die Steueröffnung ist mit einer externen fluidbetätigten Komponente verbunden, z.B. mit einer hydraulischen Fahrzeugtriebkomponente, um deren Betrieb zu steuern. Ein Solenoid-betätigtes Ventil mit veränderlicher Kraft wirkt mit dem Ventilsitz zusammen, um einen Strom von unter Druck stehendem Fluid zu einer oder mehreren Ablassöffnungen einzustellen, als ein Mittel zum Regulieren des Drucks an der Steueröffnung in Abhängigkeit vom elektrischen Stromfluss zu einer Spule des Solenoid-betätigten Ventils.

[0010] Bei einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das Düsengehäuse ein zweites offenes Ende, welches von dem mit dem Solenoid-Gehäuse gefügten Ende entfernt ist und eine oder mehrere Steueröffnungen definiert. Die eine oder die mehreren Steueröffnungen sind mit dem Primärdurchlass über die Fluiddurchgänge zwischen dem Düsengehäuse und der inneren Hülse verbunden.

[0011] Bevorzugt sind das Düsengehäuse und die innere Fluidstromführungshülse sowie optional der Ventilsitz durch Formgebung in formgebenden Werkzeugen, durch Gießen oder auf andere Weise als eine einstückige Komponente ausgebildet, um die Konstruktion des Ventils zu vereinfachen. Die einstückige Komponente, welche das Düsengehäuse, die

feste innere Fluidstromführungshülse und optional den Ventilsitz umfasst, ist mit dem Solenoid-Gehäuse, im Besonderen einem magnetisch impermeablen Solenoid-Gehäuse verbunden.

[0012] Die vorstehenden und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierteren Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügte zeichnerische Darstellung.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0013] [Fig. 1](#) ist ein Längsschnitt eines einstufigen druckregulierenden Solenoid-Proportional-Fluidventils mit veränderlicher Kraft in Einklang mit einer Ausführungsform der Erfindung.

[0014] [Fig. 2](#) ist eine Endansicht des Ventils von [Fig. 1](#).

[0015] [Fig. 3](#) ist ein Längsschnitt eines einstufigen druckregulierenden Solenoid-Proportional-Fluidventils mit veränderlicher Kraft in Einklang mit einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0016] [Fig. 4](#) ist eine Endansicht des Ventils von [Fig. 3](#).

[0017] [Fig. 5](#) ist ein Graph, worin der Steuerdruck in Abhängigkeit vom elektrischen Stromfluss zu der Solenoidspule für ein einstufiges druckregulierendes Solenoid-Proportional-Fluidventil mit veränderlicher Kraft in Einklang mit einer Ausführungsform der Erfindung aufgetragen ist.

[0018] [Fig. 6](#) ist eine Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei der Permanentringmagnet durch ein Paar bogenförmige segmentierte Permanentmagnete ersetzt ist.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0019] Es wird nun auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) Bezug genommen, gemäß welchen ein Solenoid-Proportional-Fluidsteuerventil **10** mit veränderlicher Kraft eine Solenoid-Hülle oder -Gehäuse **12** und ein Düsengehäuse **19** mit einem ersten Ende **19a**, welches mit dem Solenoid-Gehäuse **12** verbunden ist, aufweist. Das Solenoid-Gehäuse **12** umschließt Solenoid-Komponenten zum Betätigen eines Ventilmechanismus, wie im Folgenden näher beschrieben werden wird. Das Solenoid-Gehäuse **12** umfasst bevorzugt ein im Wesentlichen nichtmagnetisches Material mit wenig oder gar keiner magnetischen Permeabilität, z.B. im Vergleich zu der magnetischen Permeabilität eines ferromagnetischen Werkstoffs, so etwa Stahl. Ein Material, welches sich besonders gut für das Solenoid-Gehäuse **12** eignet, umfasst Aluminium und seine Legierungen oder ein thermoplastisches

Material, durch Gießen oder Spritzgießen in die erforderliche Form zum Aufnehmen der Solenoid-betätigten Ventilkomponenten, wie noch zu beschreiben, überführt.

[0020] Das Solenoid-betätigte Fluidsteuerventil **10** umfasst ein Solenoid **14** mit einer elektromagnetischen Spule **16**, welche um einen Spulenkörper **18** aus geformtem Kunststoff gewickelt ist, der ein zylinderförmiges, seine Längsachse durchsetzendes Bohrloch **20** aufweist. Der Spulenkörper **18** ist aus einem glasgefüllten thermoplastischen Material hergestellt. In dem Bohrloch **20** des Kunststoff-Spulenkörpers **18** ist ein stabartiger Stahlanker **22** durch eine dünne Feder **24** mit niedriger Federrate und ein innerstes Ankerende **22a** gehalten.

[0021] Die Plattenfeder **24** ist von der Art, wie sie in der US-A-4 988 074 beschrieben wird. Das heißt, die Federplatte ist aus einem sehr dünnen nichtmagnetischen austenitischen Edelstahl gebildet, z.B. aus einem vollkommen harten austenitischen Edelstahl, der eine sehr niederratige Feder für die in [Fig. 5](#) des vorgenannten Patents Nr. 4 988 074 gezeigte Federkonfiguration ergibt. Die äußere Peripherie der Plattenfeder **24** ist zwischen einer Endfläche des Spulenkörpers **18** und einer Endkappe oder Verschluss **46** angeordnet. Die innere Peripherie der Plattenfeder **24** ist in einer Nut eines Kragens **27** angeordnet, welcher mit dem Anker **22** mit Presssitz gefügt ist und aus Messing hergestellt ist. Durch die Verwendung der Federplatte **24** ist der Anker **22** so gehalten, dass er innerhalb des Spulenkörpers **18** in Axialrichtung frei längsbeweglich ist.

[0022] Der Anker **22** umfasst ein flaches äußerstes axiales Ende mit einer Senkbohrung **22b**, welche eine gewundene Kompressionsfeder **42** zum Vorspannen des Ankers **22** nach rechts, bezogen auf [Fig. 1](#), aufnimmt. Die gewundene Kompressionsfeder **42** (Federvorspannmittel) ist zwischen dem axialen Ankerende und einer zentralen Nabe **46a** der Ventilgehäusekappe oder -verschlusses **46** festgehalten. Die zentrale Nabe **46a** umfasst einen einwärts gerichteten, sich in Axialrichtung erstreckenden, zylinderförmigen Federpositionierungsvorsprung oder -nase **46b**, welche in der gewundenen Feder **42** mit dem Ende der Feder **42** an der inneren Oberfläche oder Wandung der zentralen Nabe **46a** angreifend aufgenommen ist, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Der Anker **22** wird durch die gewundene Feder **42** in eine Ventil-Geschlossen-Stellung vorgespannt, wenn die elektromagnetische Solenoid-Spule **16** im energielosen Zustand ist.

[0023] Die Ventilgehäusekappe oder -verschluss **46** ist verformbar, so dass die durch die gewundene Feder **42** auf den Anker **22** ausgeübte Kraft und damit auch die Ventilfluiddruckantwort auf den dem Solenoid **14** zugeführten elektrischen Strompegel (d.h. Flu-

iddruck in Abhängigkeit vom Solenoid-Strom) angepasst werden kann. Im Einzelnen wird die durch die gewundene Feder **42** auf den Anker **22** ausgeübte Kraft unter Verwendung eines Einstellwerkzeugs eingestellt, um eine gewünschte Abzweigrate des Fluids an dem Kugelventil **38** vorbei oder Teilöffnungsdruck des Kugelventils **38** bereitzustellen, um eine gewünschte Fluiddruck-gegen-Solenoidstrom-Antwort bereitzustellen. Der Gehäuseverschluss **46** umfasst einen peripheren Bereich **46c**. An dem peripheren Bereich **46c** greift ein über den Bereich **46c** gelegter Endschulterbereich der Solenoid-Hülle oder -Gehäuses **12** an, so dass die zentrale Nabe **46a** an der Feder **42** angreift. Der Verschluss **46** umfasst eine maschinell bearbeitete Aluminiumlegierung.

[0024] Der Verschluss **46** ist in einer zentralen Nabe **46a** gegenüber der Feder **42** verformbar. Ein rückspringender oder genuteter Bereich **46d** ist konzentrisch um die zentrale Nabe **46a** zwischen der Nabe **46a** und der peripheren Lippe **46c** angeordnet. Der ringförmige rückspringende oder genutete Bereich **46d** weist einen relativ kleineren Querschnitt gegenüber dem peripheren Bereich **46b** auf, [Fig. 1](#). Die zentrale Nabe **46a** erfährt typisch den Primär- oder Hauptanteil der bleibenden Verformung durch Angreifen des Einstellwerkzeugs, um eine axiale Einstellbewegung der Nabe **46a** relativ zu dem peripheren Bereich **46b** zu erlauben; der genutete Bereich **46d** kann jedoch zu eben diesem Zweck ebenfalls eine gewisse Verformung erfahren. Der genutete Bereich **46d** hilft, den Hauptanteil der Verformung auf die zentrale Nabe **46a** zu begrenzen. Die zentrale Nabe **46a** ist axiallagemäßig dauerhaft eingestellt, nachdem der Verschluss **46** an dem Ventilgehäuse **19** gesichert worden ist, um die Ventilantwort einzustellen.

[0025] Ein axial magnetisierter Permanenttringmagnet **41** wird relativ zu der Spule **16** durch einen Spulenkörperhalteflansch **18a** in seiner Lage gehalten. Der Ringmagnet **41** ist dabei an dem hinteren Ende des Spulenkörpers **18** axial hinter der Spule **16** angeordnet. Der Ringmagnet **41** ist aus einem Selten-Erden-Permanentmagnetmaterial hergestellt, z.B. als ein Nd₂Fe₁₄B-Permanentmagnet, wodurch die Verwendung eines Magneten mit kleineren Abmessungen möglich wird, was zu einem kompakten Solenoid und verbesserter Stabilität führt, z.B. zu verringertem Magnetismusverlust bei erhöhten Temperaturen. Der Ringmagnet **41** erzeugt ein permanentes Magnetfeld, welches den Anker **22** auch in Abwesenheit eines elektrischen Stroms zu der Spule **16** im Wesentlichen sättigt. Es ist ein relativ kleines elektromagnetisches Feld erforderlich, um den Anker **22** zwischen axialen Positionen zu bewegen, welche zu Ventil-"EIN"- und -"AUS"-Zuständen korrespondieren, wobei der "EIN"-Zustand einen Null-Zuführüberdruck an Steueröffnungen CP bereitstellt und der "AUS"-Zustand unter vollem Druck stehendes Fluid

an Steueröffnungen CP bereitstellt.

[0026] Das beschriebene Solenoid-Proportional-Steuerventil mit veränderlicher Kraft, welches einen Ringmagnet in Kombination mit einer elektromagnetischen Spule verwendet, ist in US-A-4 988 074 und US-A-5 611 370 beschrieben.

[0027] Ein Kunststoffverbinderkörper **52**, welcher in [Fig. 1](#) dargestellt ist, ist an dem Spulenkörper **18** angeordnet und tritt seitlich aus der Solenoid-Hülle oder -Gehäuse **12** aus. Der Verbinderkörper **52** umfasst elektrische Kontakte **54** (einer gezeigt), welche dazu verwendet werden, die Spule **16** mit elektrischem Strom zu versorgen. Die elektrischen Kontakte **54** erstrecken sich durch den Spulenkörper **18** und durch Öffnungen in dem Verbinderkörper **52**. Derartige elektrische Kontakte **54** sind in der obengenannten US-A-4 988 074 aufgezeigt. Die Enden der elektrischen Kontakte **54** sind mit den Drähten der elektromagnetischen Spule **16** verbunden, um ein elektrisches Stromsignal von einer veränderlichen Stromquelle (nicht gezeigt) zu empfangen.

[0028] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, greift das innerste Ankerende **22a** des Ankers **22** an einem elastomeren oder metallischen Kugelventil **38** an, welches mit einem Ventilsitz **17a** zusammenwirkt, der an einem in dem Düsengehäuse **19** untergebrachten Ventilsitzeinsatz **17** ausgebildet ist. Das Kugelventil **38** und der Ventilsitz **17a** definieren ein Fluidableitungs- oder -ablassventil zum Ableiten oder Ablassen von Fluid zu einer oder mehreren Ablassöffnungen EP wie im Folgenden noch zu beschreiben, welche mit einem Fluidsumpf oder -rücklauf (nicht gezeigt) verbunden sein können.

[0029] Das innerste Ankerende **22a** umfasst ein Dämpfungsglied oder -scheibe mit einer zylindrischen äußeren Peripherie oder Oberfläche **25**, welche mit einer zylindrischen Dämpfungskammer **80** zusammenwirkt, die definiert ist durch einen zylindrischen, röhrenförmigen Spulenkörperflansch **18d**, der sich axial in das Düsen-Gehäuse **12** hinein erstreckt, um Druckschwingungen, welche aus dem elektrischen, mechanischen und/oder hydraulischen Geräusch in dem gesteuerten Fluidsystem oder -schaltung, z.B. eine Automatikgetriebebeschaltung, resultieren, zu vermindern oder zu dämpfen. Der Flansch **18d** umfasst Fluidablassöffnungen **18e**, welche mit Ablassöffnungen EP in dem Düsengehäuse **19** übereinstimmen.

[0030] Im Besonderen ist ein kontrollierter Zwischenraum zwischen der äußeren zylindrischen peripheren Oberfläche **25** der Ankerdämpfungsendscheibe **22a** und der Kammerwand **80a** vorgesehen. Die Dämpfungskammer **80** ist als Teil des Spulenkörpers **18** geformt oder gegossen und steht via Öffnungen **18e** mit den Ablassöffnungen EP (zwei gezeigt,

wobei sich zwei zusätzliche, nicht gezeigte Ablassöffnungen in die Zeichenebene hinein und aus ihr heraus erstrecken) in Verbindung. Die Querschnittsfläche der Dämpfungsscheibe **22a** und der Zwischenraum zwischen der Oberfläche **25** und der zusammenwirkenden Wand **80a** sind so gewählt, dass sie eine Verminderung oder Dämpfung von aus dem Geräusch in der gesteuerten Schaltung resultierenden Druckschwingungen bewirken, welche Druckschwingungen zu einem nichtlinearen Ventilantwortverhalten führen können. In der Tat stellen die Dämpfungskammer **80** und die Ankerdämpfungsendscheibe **22a** ein eingeschlossenes, überwiegend Hydraulikfluid umfassendes Fluidvolumen bereit, welches durch die begrenzte Zwischenraumfläche zwischen der Oberfläche **25** und der Wand **80a** hindurchbewegt werden muss und dabei die aus dem elektrischen, mechanischen und/oder hydraulischen Geräusch in dem gesteuerten System oder Schaltung resultierenden Druckschwingungen vermindert oder dämpft.

[0031] Das Kugelventil **38** ist in einem mit flachen Seiten versehenen Käfig **17b** des Ventilsitzeinsatzes **17** zwischen dem innersten Ankerende **22a** und dem Ventilsitz **17a** aufgenommen und seitlich begrenzt. Der Ventilsitzeinsatz **17** ist durch eine O-Ringdichtung **18f** fluiddicht in dem Ende **19a** des Düsengehäuses **19** angeordnet. Bei dieser Ventilanordnung ist das Kugelventil **38** gegen das innerste Ankerende **22a** vorgespannt und folgt der Bewegung des Ankers **22** in einer Richtung zu dem Ventilsitz **17a** hin bzw. von diesem weg aufgrund des auf das Kugelventil wirkenden Fluiddrucks und aufgrund des Aufkommenseins in dem Rücksprung **17b**. Der Einsatz **17** kann durch Formgebung in formgebenden Werkzeugen oder Gießen als Metall- oder thermoplastische Komponente hergestellt sein.

[0032] Das erste Ende **19a** des Düsengehäuses **19** ist mit der Solenoid-Hülle oder -gehäuse **12** durch über einen sich radial erstreckenden Flansch **19c** des Düsengehäuses **19** gelegte Lappen oder Schultern **23** des Solenoid-Gehäuses verbunden. Das Düsengehäuse **19** umfasst O-Ringdichtungen **21a**, **21b** zum Abdichten gegen die Komponenten des dazugehörigen Fluidsteuerungssystems, z.B. gegen den Automatikgetriebe-Ventilkörper (nicht gezeigt). Die Dichtungen **21a**, **21b** dienen der dichten Trennung einer Zuführleitung oder -kammer SL von der Steuerleitung oder -kammer CL, wie schematisch in [Fig. 1](#) dargestellt. Die Steuerleitung oder -kammer CL steht typisch mit einer (nicht gezeigten) stromabwärtigen Komponente außerhalb des im Vorstehenden beschriebenen Druckregulierventils in Verbindung, um den Betrieb derselben zu steuern. Bei dieser Komponente kann es sich exemplarisch, ohne hierauf begrenzt zu sein, um ein Leitungsdrucksteuerventil eines Fahrzeugautomatikgetriebes handeln. Die Zuführleitung oder -kammer SL ist mit einer Quelle für unter Druck stehendes Fluid verbunden, zum Bei-

spiel mit einer Hydraulikfluidpumpe (nicht gezeigt).

[0033] Das Düsengehäuse **19** ist bevorzugt aus Metall oder Kunststoff, z.B. aus einem thermoplastischen Material, geformt, gegossen oder sonstwie als eine einstückige Komponente geformt, so dass es einen longitudinalen Durchgang **66** mit einer zylindrischen Konfiguration und eine integral geformt ausgebildete, feste, sich axial erstreckende, röhrenförmige Fluidstromführungshülse **68** aufweist, um die Konstruktion des Ventils zu vereinfachen. Die Hülse ist in dem Durchgang **66** durch integral geformt oder gegossen ausgebildete Stege **68w** des Düsengehäuses **19** gehalten, wie am besten in [Fig. 2](#) gezeigt. Das Material des Düsengehäuses **19** kann in Abhängigkeit von den zu anzutreffenden Einsatzbedingungen gewählt sein. So kann zum Beispiel ein glasgefülltes Nylon 6/6-Material für den Einsatz in Niedertemperatur- und -druck-Anwendungen verwendet werden, während ein 6262 T8-Aluminium-Material für den Einsatz in Hochtemperatur- und -druck-Anwendungen verwendet werden kann. Es können federbelastete Halteclips CS1, CS2, welche nicht Teil der Erfindung bilden, verwendet werden, um das Düsengehäuse **19** in einer Bohrung eines Fahrzeuggetriebegehäuses zu sichern.

[0034] Das Düsengehäuse **19** ist so geformt oder gegossen, dass es eine Zuführöffnung SP aufweist, welche mit einem ersten Zuführdurchlass **01** in Verbindung steht, welcher im Durchmesser so bemessen ist, dass eine anfängliche Einstellung des in den Durchgang **66** eintretenden Zuführdrucks bereitgestellt ist. Die Zuführöffnung SP ist mit der Zuführleitung oder -kammer SL durch ein geeignetes Fitting verbunden. Die Zuführöffnung SP kann für den Einsatz in nicht-kritischen Regulierungsanwendungen im Zustand wie geformt bleiben und je nach Bedarf – für den Einsatz in kritischeren Anwendungen – fertiggerieben werden.

[0035] Das Düsengehäuse **19** weist ein zweites offenes Ende **19e** auf, welches von dem ersten Ende **19a** entfernt ist. Ein Paar bogenförmiger Steueröffnungen CP sind an dem zweiten offenen Ende definiert und stehen mit der Steuerleitung oder -kanal CL über eine Steueröffnungskammer C1 in Verbindung. Die Steueröffnungen CP sind durch die geformten oder gegossenen Wände **19g** der Hülse **68** und die Wand **19h** des Düsengehäuses definiert.

[0036] Die Steueröffnungen CP stehen durch die longitudinalen Fluiddurchgänge **71**, welche als Teil des Düsengehäuses **19** zwischen dem Düsengehäuse und der Hülse **68** geformt oder gegossen sind, mit einem Primärdurchlass **02** in Verbindung. Dicht abgeschlossen aufgenommen in dem zweiten offenen Ende **19e** befindet sich ein konventionelles Fluidfilter F.

[0037] Die feste innere Fluidstromführungshülse **68** umfasst ein äußerstes axiales Ende **68a**, welches einen Einsatz **69** mit einem Sekundärabzweigdurchlass **03** und einem longitudinalen inneren Durchgang **68b**, der an einem innersten axialen Ende in dem Primärdurchlass **02** mündet, der gegenüber und in der Nähe des Ventilsitzeinsatzes **17** in einer Kammer C angeordnet ist, aufweist. Der Primärdurchlass **02** steht mit dem Ventilsitz **17a** über einen sich axial erstreckenden Fluidablassdurchgang **17e** in dem Einsatz **17** in Verbindung. Der Primärdurchlass **02** ist axial beabstandet von dem Ventilsitz **17a** angeordnet, wodurch unter Druck stehendes Fluid zu Ablassöffnungen EP abgeleitet wird, um den Fluiddruck an der Steueröffnung CP zu regulieren. Die Ablassöffnungen EP sind an dem Düsengehäuse **19** in der Nähe des Kugelventils **38** angeordnet, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, und stehen mit einem Ablassumpf oder Rücklauf (nicht gezeigt) in Verbindung. Es können vier umfangsmäßig voneinander beabstandete Ablassöffnungen EP verwendet werden; die Erfindung ist jedoch nicht hierauf begrenzt, sondern es kann eine beliebige Anzahl solcher Öffnungen verwendet werden. An dem Kugelventil **38** ist laminare Fluidströmung bereitgestellt.

[0038] Es ist erkennbar, dass der Primärdurchlass **02** durch den einen oder die mehreren sich axial erstreckenden Fluiddurchgänge **71**, welche als Teil des Düsengehäuses **19** zwischen dem Düsengehäuse und der Hülse **68** geformt oder gegossen sind, flussbeziehungsmaßig mit den Steueröffnungen CP in Verbindung steht. Der Abzweigdurchlass **03** steht mit den Steueröffnungen CP in direkter Verbindung, dadurch, dass er in derselben Ebene am Ende der Hülse **68** angeordnet ist. Die Steueröffnungen CP stehen mit dem Primärdurchlass **02** über die Fluiddurchgänge **71** in Verbindung.

[0039] Die Druckregulierung wird erzielt durch Bewegen des Ankers **22** als Antwort auf den elektrischen Stromfluss zu der Spule **16**, um unter Druck stehendes Fluid aus der Kammer C abzulassen. Wenn die Spule **16** nicht strombeaufschlagt ist, wird das Kugelventil **38** durch die Feder **42** vorgespannt, so dass es gegen den Ventilsitz **17a** schließt ("AUS"-Zustand). Die Steueröffnungen CP erhalten den Druck, der zu dieser Zeit am Ventilsitz **17a** herrscht, über die Fluiddurchgänge **71** zwischen dem Düsengehäuse **19** und der Hülse **68**. Wenn die Spule **16** mit einem maximalen gewählten elektrischen Strom beaufschlagt wird, bewegt sich der Anker **22** um das maximale Maß von dem Ventilsitz **17a** weg ("EIN"-Zustand), so dass das Kugelventil **38** voll öffnen kann und ein Fluidüberdruck bei Null oder nahe Null an Steueröffnungen CP bereitgestellt wird. Eine Bewegung des Ankers **22** zwischen diesen Positionen wird durch Variation des Stromflusses zu der Spule **16** bewirkt, um so die Kugelventilstellung relativ zu dem Ventilsitz **17a** zu variieren und damit mehr

oder weniger unter Druck stehendes Fluid aus der Kammer C zu der bzw. den Öffnung/en EP abfließen zu lassen, wie es erforderlich ist, um den Fluiddruck an der Steueröffnung CP in der gewünschten Weise zu regulieren. Ein Sekundärabzweigdurchlass **03** ist in einer Position zwischen der Zuführöffnung SP und der Steueröffnung CP von dem Ventilsitz **17a** entfernt und nahe der Steueröffnung CP bereitgestellt, um unter Druck stehendes Fluid zu der Steueröffnungskammer C1 abzuzweigen, derart, dass eine präzise Niederdruckfluidsteuerung erhalten wird, z.B. wenn der Druck an der Steueröffnung gegen Null-Überdruck(-Steuerdruck) geht. Diese verbesserte Niederdrucksteuerung wird über einen weiten Bereich von Fluidrücken und -temperaturen bereitgestellt und vermindert negative Drücke, welche in der Nähe des Ventilsitzes **17a** in der Kammer C entstehen können, wenn das Ventil geöffnet wird. In [Fig. 1](#) ist der Sekundärabzweigdurchlass **03** bevorzugt direkt axial gegenüber der Steueröffnungskammer C1 angeordnet, um Fluid direkt zu derselben abzuleiten.

[0040] Der Sekundärabzweigdurchlass **03** ist im Durchmesser so bemessen, dass unter Druck stehendes Fluid zu der Steueröffnungskammer C1 abgezweigt wird, wenn das Kugelventil **38** als Antwort auf die Bewegung des Ankers **22** infolge Strombeaufschlagung der Spule **16** geöffnet wird. Das von dem Durchlass **03** abgezweigte Fluid kann einem leicht negativen Druck entgegenwirken, der durch Venturi-Effekte in der Kammer C beim Öffnen des Ventils **38** entstehen kann, wenn unter Druck stehendes Fluid zu den Ablassöffnungen EP abgelassen wird, und eine präzisere Niederdrucksteuerung über einen weiten Bereich von Arbeitsfluidrücken und -temperaturen bereitstellen.

[0041] Das Flächenverhältnis von Zuführdurchlass **01**, Primärdurchlass **02** und Sekundärabzweigdurchlass **03** wird zu diesem Zweck so eingestellt, dass Variationen im "AUS"-Druck (d.h. Fluiddruck an der Steueröffnungskammer C1 gegen Null-Überdruck gehend) an der Steueröffnungskammer C1, die aus einem solchen negativen Druck in der Kammer C resultieren, und Variationen im Zuführleitungsdruck minimiert werden. Exemplarisch, ohne hierauf begrenzt zu sein, kann das Verhältnis der Querschnittsflächen des zylinderförmigen Zuführdurchlasses **01**, Primärdurchlasses **02** und Sekundärabzweigdurchlasses **03** auf 1,25:1,25:1,00 eingestellt werden für einen Betrieb unter Fluidzuführdrücken im Bereich von 2,8 bis 17,6 kg/cm² (40 bis 250 psi), wobei der Fluidablassdurchgang **17e** eine Fläche von 0,0226 cm² (0,0035 in²) aufweist und in Axialrichtung in einem Abstand von ca. 2,54 bis 4,57 mm (0,100 bis 0,180 Inch) (Distanz D1) von dem Durchlass **02** angeordnet ist, wengleich die Bemessung des Ablassdurchgangs **17e** von dem erforderlichen Steuerdruckniveau abhängig ist.

[0042] [Fig. 5](#) zeigt einen Graphen des Steuerdrucks über dem elektrischen Stromfluss zu der Solenoid-Spule für ein einstufiges druckregulierendes Solenoid-Proportional-Fluiddruckregulierventil mit veränderlicher Kraft in Einklang mit der im Vorstehenden beschriebenen Ausführungsform der Erfindung. Es ist erkennbar, dass eine präzise Niederdrucksteuerung bei oder nahe Nullüberdruck an der Steueröffnung CP bei verschiedenen Zuführleitungsdrücken von 3,52, 4,57, 7,03 und 17,6 kg/cm² (50, 65, 100 und 250 psi) bereitgestellt wird.

[0043] Die [Fig. 3](#) bis [Fig. 4](#) zeigen eine weitere Ausführungsform der Erfindung, wobei das Düsengehäuse **19'** integral geformt oder gegossen ausgebildet ist, so dass es die röhrenförmige Fluidstromführungshülse **68'** und den Ventilsitz **17a'** umfasst. Das heißt, der Ventilsitz **17a'** ist integral geformt oder gegossen mit dem Düsengehäuse **19'** und der inneren Hülse **68'** ausgebildet und nicht als gesonderte Komponente wie in [Fig. 1](#) gezeigt, um so die Konstruktion des Ventils noch weiter zu vereinfachen. In den [Fig. 3](#) bis [Fig. 4](#) sind Merkmale, die denen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) gleichen, mit den gleichen Bezugsziffern, durch den Index ' gekennzeichnet, bezeichnet.

[0044] Ferner ist gemäß den [Fig. 3](#) bis [Fig. 4](#) eine Einstellschraube **47'** bereitgestellt zum Einstellen der Kompression der Feder **42'** und damit der Ventilantwort auf den Solenoid-Strom. Ein geformter, ultraschallgeschweißter Gleitstopfen **49'** ist in [Fig. 3](#) gezeigt, der den Fluiddurchgang, der aus dem Formgebungsprozess resultiert (z.B. mit Kern versehener Durchgang), abdichtet. Der Fluiddurchgang kann jedoch auch durch Warmverstemmen verschlossen sein, um die Konstruktion zu vereinfachen.

[0045] Das Kugelventil **38'** funktioniert auf dieselbe Weise wie das Kugelventil **38** der Ausführungsform gemäß den [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#), um unter Druck stehendes Fluid aus der Kammer C' über Ablassöffnungen EP' als Antwort auf die Bewegung des Ankers **22'** abzuleiten, wie durch den der elektromagnetischen Spule **16'** zugeführten Strom bestimmt. Der Sekundärabzweigdurchlass **03'** an dem äußersten Ende der inneren Hülse **68'** funktioniert wie für den Sekundärabzweigdurchlass **03** gemäß den [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) beschrieben, um unter Druck stehendes Fluid zu der Steueröffnungskammer C1' abzuleiten, um "AUS"-Druckschwankungen an der Steueröffnungskammer C1', die aus einem derartigen negativen Druck in der Kammer C' resultieren, und Schwankungen im Zuführleitungsdruck auf ein Minimum zu reduzieren.

[0046] An Stelle eines Ringmagneten **41** (**41'**) gemäß den obigen Ausführungsformen kann alternativ die Umsetzung der Erfindung so realisiert werden, dass ein Paar (oder eine andere Anzahl) von bogenförmigen segmentierten Permanentmagneten **141**

verwendet werden, [Fig. 6](#). Die bogenförmigen segmentierten Permanentmagnete **141** sind in Taschen **118a** aufgenommen, welche als Teil des Spulenkörpers **118** ausgebildet sind. [Fig. 6](#) zeigt eine Feder **142**, die in dem axialen Ende eines Ankers **122** untergebracht ist, und den Spulenkörper, der in einem Gehäuse **112** aufgenommen ist.

Patentansprüche

1. Solenoid-betätigte Ventil-Vorrichtung (**10**) zum Regulieren des Drucks eines unter Druck stehenden Fluids in einem Fluidsteuerungssystem im Verhältnis zum Strompegel eines elektrischen Eingangssignals, umfassend ein Düsengehäuse (**19**) mit einem ersten Ende (**19a**), welches mit einem Solenoid-Gehäuse (**12**) verbunden ist, einem gegenüberliegenden zweiten Ende (**19e**) und einer festen röhrenförmigen Fluidstromführungshülse (**68**), welche in seinem Inneren angeordnet ist und mit einer Zuführöffnung (SP) verbunden ist zum Aufnehmen von unter Druck stehendem Fluid hiervon, wobei die Hülse in der Nähe des ersten Endes einen Primärdurchlass (O2) aufweist, welcher mit einem Ventilsitz (**17a**) und einer Steueröffnung (CP) durch einen oder mehrere Fluiddurchgänge (**71**) zwischen dem Düsengehäuse und der Hülse verbunden ist, und einen daran angeordneten Sekundärabzweigdurchlass (O3) in der Nähe der Steueröffnung aufweist, wobei die Steueröffnung mit einer externen fluiddruckbetätigten Komponente verbunden ist, ein Solenoid-betätigtes Ventil (**38**) mit veränderlicher Kraft, welches mit dem Ventilsitz zusammenwirkt, der unter Druck stehendes Fluid von dem Primärdurchlass erhält, um einen Strom von unter Druck stehendem Fluid zu einer oder mehreren Ablassöffnungen (EP) einzustellen, als ein Mittel zum Regulieren des Drucks an der Steueröffnung in Abhängigkeit vom elektrischen Strom zu einer Spule (**16**) der Solenoid-betätigten Ventil-Vorrichtung (**10**), wobei der Sekundärabzweigdurchlass (O3) an der Hülse in der Nähe der Steueröffnung angeordnet ist zum Abzweigen von unter Druck stehendem Fluid zu der Steueröffnung, derart, dass eine präzisere Niederdruckfluidsteuerung bereitgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steueröffnung (CP) und der Sekundärabzweigdurchlass (O3) in der Nähe des zweiten Endes (**19e**) des Düsengehäuses (**19**) angeordnet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die feste Hülse (**68**) axial in einem longitudinalen Durchgang (**66**) des Düsengehäuses (**19**) angeordnet ist und die Zuführöffnung (SP) sich quer zu dem longitudinalen Durchgang erstreckt, so dass sie mit der Hülse verbunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Abzweigdurchlass (O3) bewirkt, dass negativer Druck an der Steueröffnung (CP) im Wesentlichen eliminiert wird, wenn der Fluidmanometerdruck an der Steuer-

öffnung gegen Null geht.

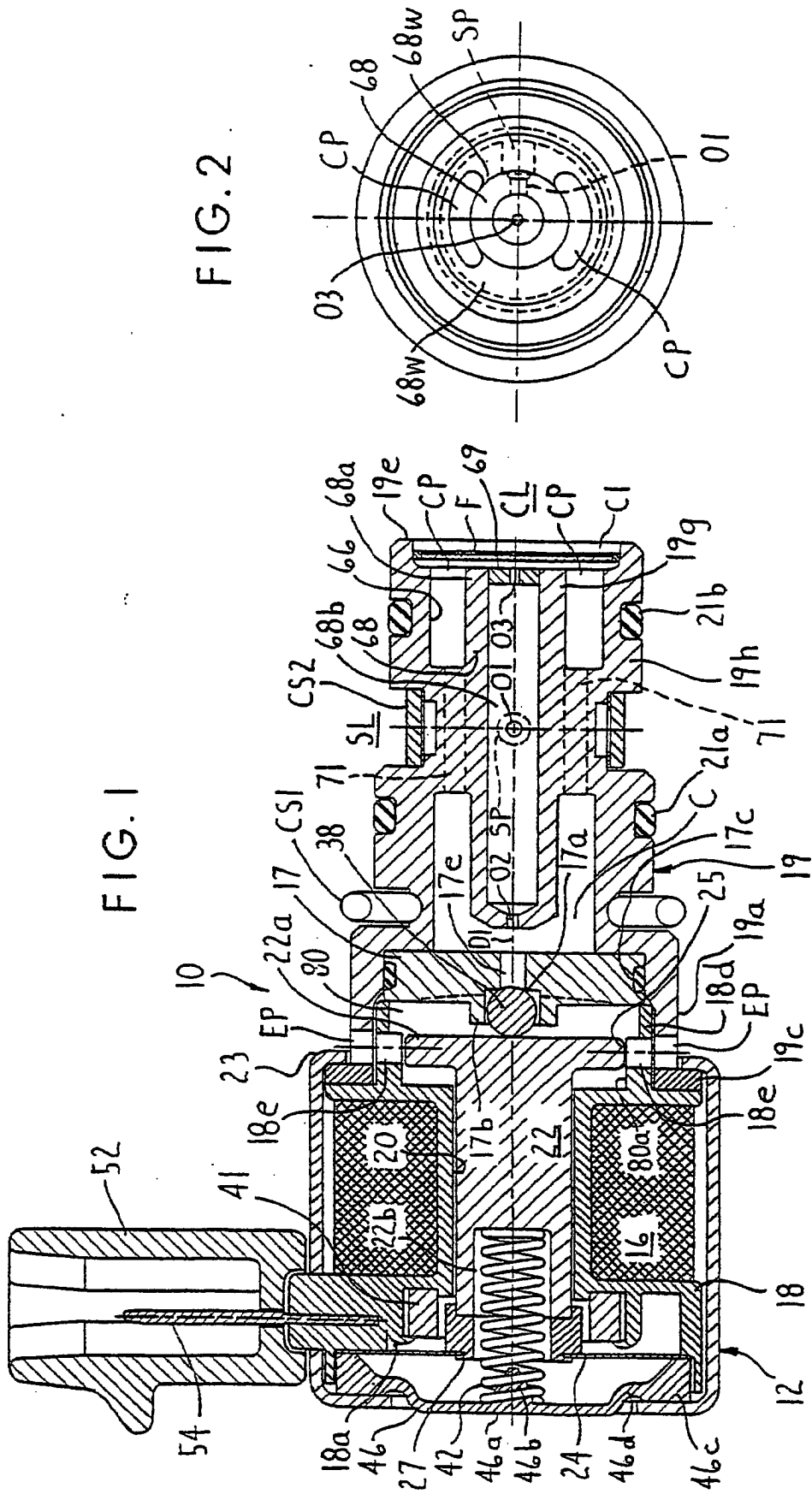
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Düsengehäuse (**19**) und die feste Hülse (**68**) integral geformt miteinander als ein Stück ausgebildet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der Ventilsitz (**17a**) integral mit dem Düsengehäuse (**19**) und der festen Hülse (**68**) ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Solenoid-Gehäuse (**12**) ein magnetisch impermeables Gehäuse umfasst.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



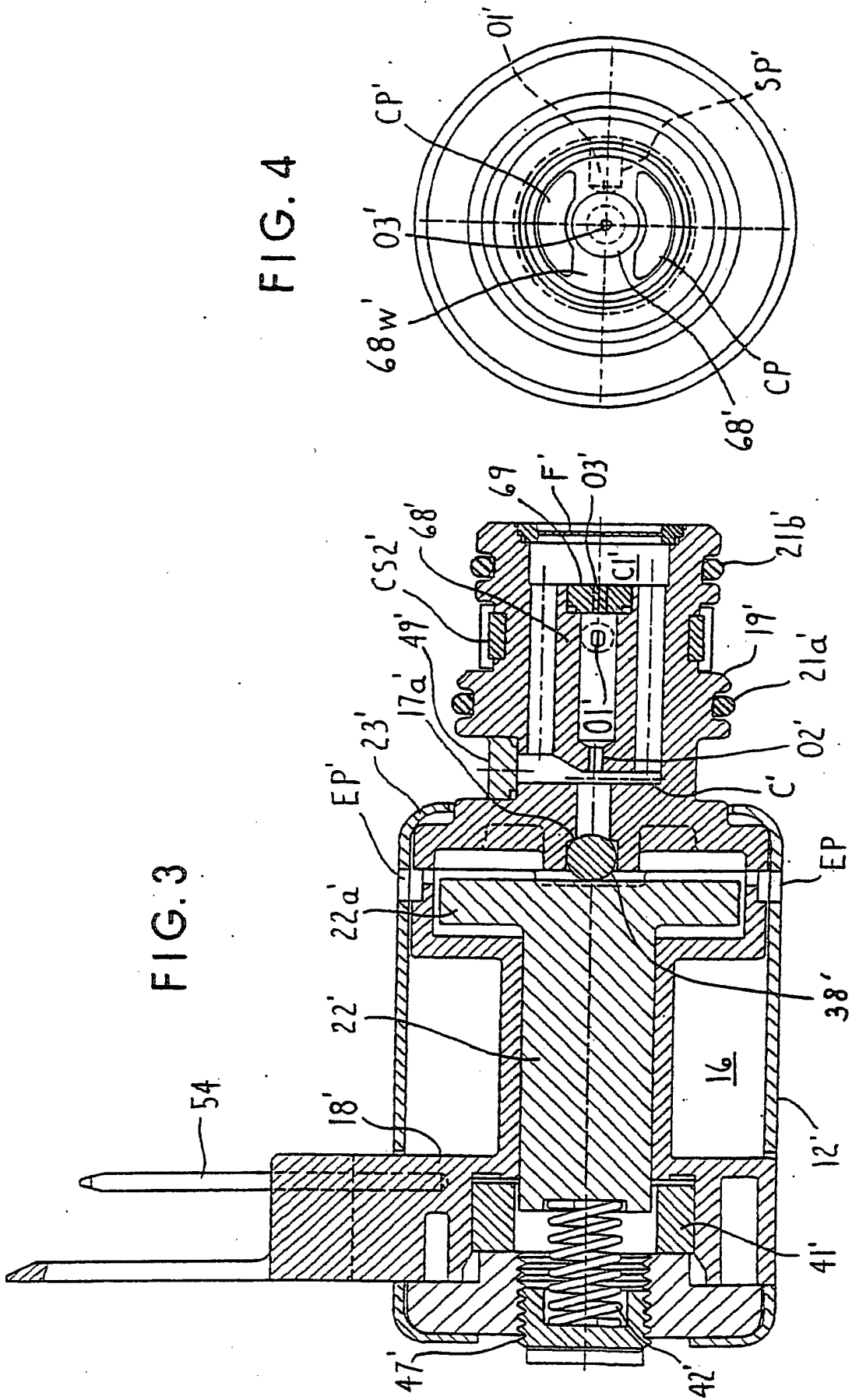


FIG. 3

FIG. 4

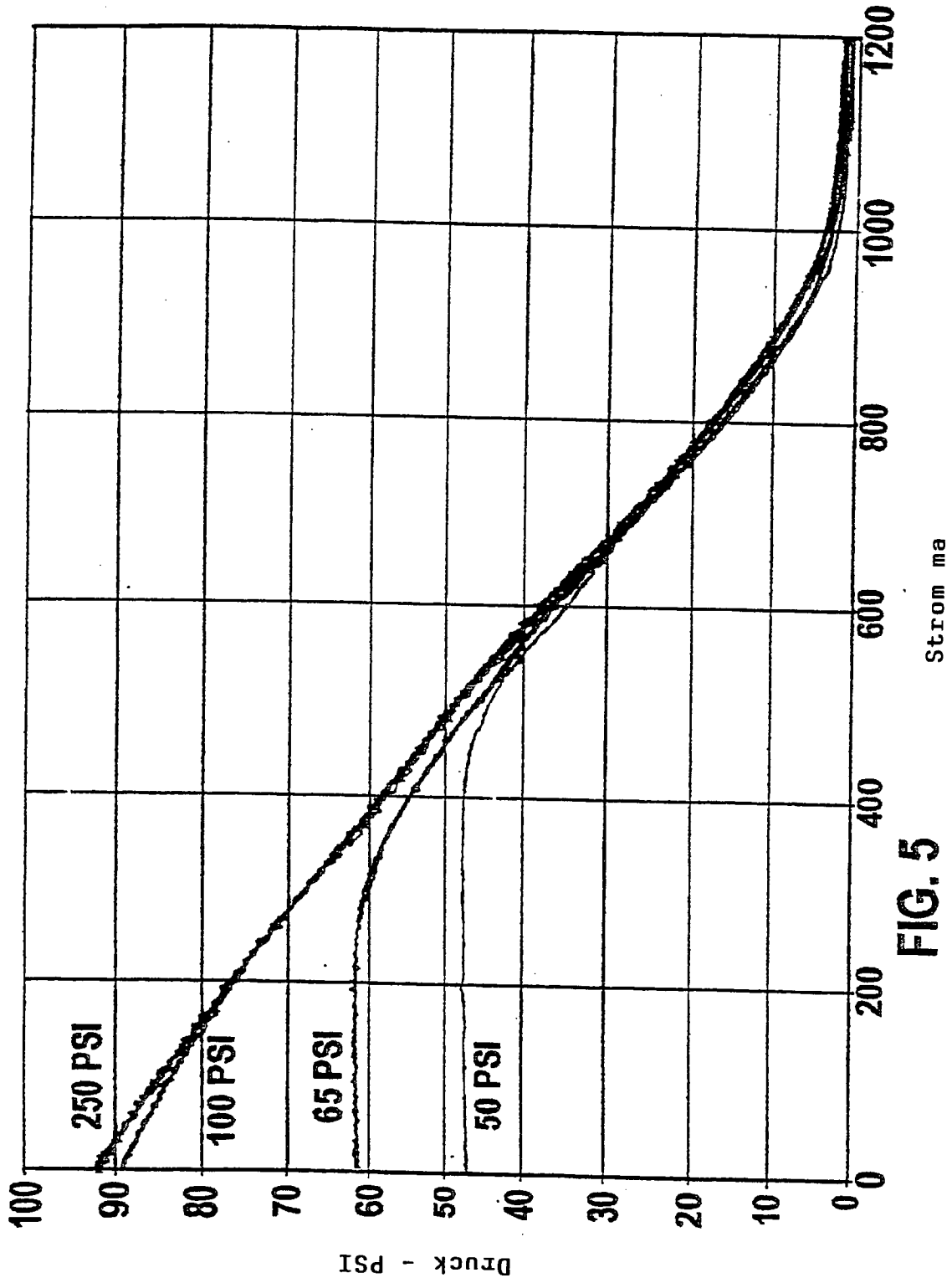


FIG. 5

FIG. 6

