



(10) **DE 10 2009 046 830 A1** 2011.05.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 046 830.7**

(22) Anmeldetag: **18.11.2009**

(43) Offenlegungstag: **19.05.2011**

(51) Int Cl.: **F02M 47/02 (2006.01)**

**F02M 51/00 (2006.01)**

**F16K 47/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

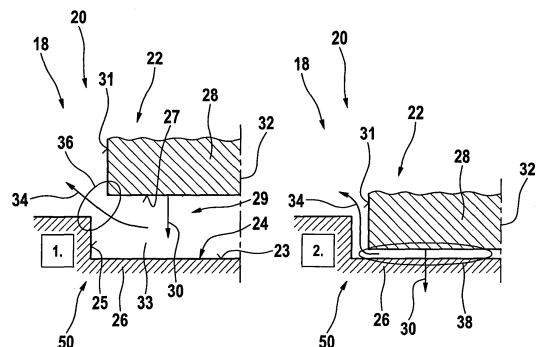
(72) Erfinder:

**Eckart, Winfried, 71636 Ludwigsburg, DE; Voth, Valentin, 63263 Neu-Isenburg, DE; Dogan, Ersin, Gunpo, KR; Koreck, Juergen, 70806 Kornwestheim, DE; Maess, Matthias, 70563 Stuttgart, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetisches Schaltventil, insbesondere Mengensteuerventil in einem Common-Rail-System**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Schaltventil (20), insbesondere Mengensteuerventil (14) in einem Common-Rail-System, mit einem in einem Gehäuse (50) bewegbaren Ventilelement (22), wobei eine Dämpfungseinrichtung (18) zum Abbremsen des Ventilelements (22) vor Erreichen einer Endlage vorhanden ist, wobei die Dämpfungseinrichtung (18) einen ersten gehäusefesten Abschnitt (26) und einen zweiten mit dem Ventilelement (22) gekoppelten Abschnitt (28) aufweist, und wobei der eine Abschnitt (26; 28) eine Ausnehmung (29) umfasst, in die der andere Abschnitt (26; 28) vor Erreichen der Endlage des Ventilelements (22) unter Bildung eines radialen Spalts (36; 38) eintaucht.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Schaltventil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Vom Markt her bekannt sind elektromagnetische Schaltventile wie beispielsweise Mengensteuerventile zur Steuerung der von einer Hochdruckpumpe einem Common Rail zugeführten Kraftstoffmenge. Dabei kann die Arbeitsfrequenz solcher Ventile, insbesondere bei Anwendungen in Kraftstoffsystemen von Fahrzeugen, so hoch sein, dass die mechanische Beanspruchung der funktionalen Elemente sowie die Geräuschentwicklung nicht mehr vernachlässigbar sind. Patentveröffentlichungen aus diesem Fachgebiet sind beispielsweise die DE 100 65 015 A1.

## Offenbarung der Erfindung

**[0003]** Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird durch ein elektromagnetisches Schaltventil nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen angegeben. Für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in den Zeichnungen, wobei die Merkmale sowohl in Alleinstellung als auch in unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wichtig sein können, ohne dass hierauf nochmals explizit hingewiesen wird.

**[0004]** Das erfindungsgemäße elektromagnetische Schaltventil hat den Vorteil, dass die Anschlaggeschwindigkeit des bewegten Ventilelements verringert wird. Dadurch wird die Anregung mechanischer Schwingungen gesenkt, das Geräusch reduziert und die Belastung funktionaler Elemente herabgesetzt. Damit wird das Betriebsverhalten des elektromagnetischen Schaltventils allgemein verbessert.

**[0005]** Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass das bewegte Ventilelement ganz oder teilweise von einem zu fördernden Fluid, also beispielsweise von Kraftstoff, umgeben ist. Dadurch können hydraulische Effekte genutzt werden, um eine hydraulische Dämpfungseinrichtung zu schaffen, welche das Ventilelement vor dem Erreichen einer Endlage abbremst. Um den vielfältigen Anforderungen im Betrieb eines elektromagnetischen Ventils, beispielsweise eines Mengensteuerventils zur Zumesung einer Kraftstoffmenge, zu genügen, werden erfindungsgemäß ein hydraulischer Drosseleffekt und ein hydraulischer Quetscheffekt kombiniert. Diese können in unterschiedlichen Phasen der Bewegung des Ventilelements wirken oder einsetzen und sich so ergänzen. Insbesondere können durch eine vergleichsweise früh einsetzende Dämpfung Kraftspitzen

bei der Abbremsung des Ventilelements vermindert werden.

**[0006]** Dazu weist die Dämpfungseinrichtung einen ersten gehäusefesten Abschnitt sowie einen zweiten mit dem Ventilelement gekoppelten Abschnitt auf. Einer dieser Abschnitte umfasst jeweils eine Ausnehmung, in die der andere Abschnitt vor Erreichen der Endlage des Ventilelements eintaucht. Dabei wird – wenigstens vorübergehend – ein radialer Spalt gebildet. Der radiale Spalt kann unterschieden werden in einen Drosselspalt und/oder einen Quetschspalt, entsprechend der jeweiligen hydraulischen Wirkung. Der die Ausnehmung umfassende Abschnitt kann – abhängig von konstruktiven Erfordernissen – entweder dem Ventilelement oder dem Gehäuse des Mengensteuerventils zugeordnet sein.

**[0007]** Mit dieser Anordnung wird also die erforderliche Geometrie bereit gestellt, um den Quetsch- und/oder Drosseleffekt zu realisieren. Dadurch ergibt sich eine Vielzahl von Varianten, so dass die Dämpfungseinrichtung optimal auf die jeweilige Anforderung ausgelegt werden kann. Vorzugsweise wird die Dämpfungseinrichtung konstruktiv so gestaltet, dass in einer ersten Phase vor dem Erreichen der Endlage das Ventilelement überwiegend durch den Drosseleffekt gebremst wird, und in einer darauf folgenden zweiten Phase der Quetscheffekt verstärkt einsetzt, um die restliche Bewegungsenergie des Ventilelements abzubauen.

**[0008]** Durch die erfindungsgemäß bewirkte Abbremsung des Ventilelements vor Erreichen der Endlage können Pulsationen im Kraftstoffdruck ebenso wie eine mögliche Kavitation vermindert werden. Zugleich werden Prelleffekte minimiert, so dass die Fördermenge genauer gesteuert werden kann. Außerdem können Bereiche des Mengensteuerventils, wie etwa Schweißnähte oder Hülsen, mechanisch entlastet werden, was der Lebensdauer und Zuverlässigkeit zu gute kommt.

**[0009]** Weiterhin wird vorgeschlagen, dass der eintauchende Abschnitt eine axiale Endfläche aufweist, welche in der Endlage des Ventilelements an einer gegenüber liegenden Anlagefläche des anderen Abschnitts im Wesentlichen anliegt. Von der Ausgestaltung der axialen Endfläche, welche konstruktiv fast beliebig variiert werden kann, wird vor allem der hydraulische Quetscheffekt beeinflusst. Die Stärke und das zeitliche Einsetzen des Quetscheffekts können somit vorteilhaft an die Anforderungen des Mengensteuerventils angepasst werden. Durch ein Zusammenwirken des Drossel- und des Quetscheffekts kann die Größe der Quetschfläche entsprechend kleiner sein, wodurch ein hydraulisches Kleben beim Trennen der beiden Abschnitte reduziert wird. Als Folge einer verkleinerten Quetschfläche kann nämlich ein Wiederbefüllen des sich beim Trennen bilden-

den Spaltes schneller erfolgen und so die Dynamik des Schaltventils verbessert werden.

**[0010]** Das elektromagnetische Schaltventil baut einfacher, wenn die Endfläche und die Anlagefläche im Wesentlichen orthogonal zu einer Längsachse des Ventilelements verlaufen. Damit wird die Fertigung vereinfacht und werden die Herstellkosten vermindert.

**[0011]** Eine Ausgestaltung des elektromagnetischen Schaltventils sieht vor, dass die Endfläche und die Anlagefläche im Wesentlichen nicht orthogonal zu einer Längsachse des Ventilelements verlaufen. Damit kann eine bessere Kontaktdynamik erreicht werden. Insbesondere wird ein einfaches und rasches Lösen der beiden Abschnitte (Kontaktpartner) ermöglicht, indem der sich bildende Spalt schneller wieder mit Fluid gefüllt wird.

**[0012]** Das elektromagnetische Schaltventil wird vereinfacht, wenn die beiden Abschnitte im Wesentlichen radialsymmetrisch sind. Damit ergibt sich eine besonders einfache und kostengünstige Fertigung, insbesondere eine einfache Montage.

**[0013]** Alternativ sieht die Erfindung vor, dass die beiden Abschnitte nicht im Wesentlichen radialsymmetrisch sind. Auf diese Weise ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten bei der konstruktiven Gestaltung des Schaltventils und entsprechend auch bei der Einstellung eines gewünschten Dämpfungsverlaufs. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die beiden Abschnitte alternativ oder zusätzlich nicht vollkommen komplementär sind.

**[0014]** Eine weitere Ausgestaltung des elektromagnetischen Schaltventils sieht vor, dass die beiden Abschnitte (in axialer Richtung bzw. in Bewegungsrichtung) stufenförmig ausgebildet sind. Dadurch kann der hydraulische Drosseleffekt verstärkt werden und besser wirken. Dabei kann die stufenförmige Ausbildung der Abschnitte auch Mehrfachstufen – ähnlich einer Treppe – umfassen, so dass eine sehr differenzierte Einstellung eines wegabhängigen Drosseleffekts ermöglicht wird.

**[0015]** Eine weitere Ausgestaltung des elektromagnetischen Schaltventils sieht vor, dass die beiden Abschnitte wenigstens bereichsweise rampenförmig oder kegelförmig ausgebildet sind. Damit ergibt sich eine zusätzliche Möglichkeit, die Kontaktdynamik zu verbessern und ein Wiederbefüllen des Quetschspaltes beim Trennen der Abschnitte zu beschleunigen. Dabei kann die rampen- oder kegelförmige Ausbildung der Abschnitte auch Mehrfachrampen oder Mehrfachkegel umfassen.

**[0016]** Eine nochmals andere Ausgestaltung des elektromagnetischen Schaltventils sieht vor, dass die

beiden Abschnitte wenigstens bereichsweise gerundet oder kegelförmig ausgebildet sind. Damit werden weitere Varianten der Dämpfungseinrichtung bereit gestellt. Insbesondere weisen gerundete Formen andere hydraulische Eigenschaften auf als – beispielsweise – stufenförmige, so dass der Dämpfungsverlauf vor dem Erreichen der Endlage des Ventilelements entsprechend vielseitig angepasst werden kann. Dabei kann die gerundete oder kegelförmige Ausbildung der Abschnitte auch Mehrfachrundungen oder Mehrfachkegel umfassen.

**[0017]** Weiterhin sieht die Erfindung vor, dass der radiale Spalt kegelförmig und/oder sichelförmig ist. Damit können eventuelle Herstelltoleranzen ausgeglichen werden, bzw. diese wirken sich weniger stark aus. Zudem weist ein kegelförmig oder sichelförmig ausgebildeter radialer Spalt andere hydraulische Quetsch-Eigenschaften auf. Dadurch ergeben sich gerade für die Endphase der Bewegung des Ventilelements vielfältige Möglichkeiten, um die Dämpfung präzise einzustellen. Außerdem kann durch den so geformten Spalt das Wiederbefüllen beim Trennen der Abschnitte beschleunigt werden.

**[0018]** Es versteht sich, dass die stufenförmige, rampenförmige, kegelförmige, sichelförmige, kegelförmige oder gerundete Ausbildung der Abschnitte auch miteinander kombiniert werden können. Dabei können die für die Drosseleffekte und/oder die Quetscheffekte wirksamen Flächen bzw. Abschnitte unterschiedliche Abmessungen, Winkel oder Radien aufweisen.

**[0019]** Ergänzend wird vorgeschlagen, dass die Dämpfungseinrichtung mindestens einen Kanal aufweist, welcher einen Fluidraum, der sich bei Annäherung des Ventilelements an seine Endlage zwischen den beiden Abschnitten bildet, mit einem Entlastungsraum verbindet. Dadurch kann der Drosseleffekt und/oder der Quetscheffekt kontrolliert abgeschwächt werden. Beispielsweise ist der Kanal orthogonal zur Achse des Ventilelements ausgerichtet und in der Nähe der Endlage angeordnet.

**[0020]** Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen schematisch:

**[0021]** [Fig. 1](#) ein vereinfachtes Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine;

**[0022]** [Fig. 2](#) eine erste Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht in zwei Bewegungszuständen vor dem Erreichen der Endlage;

**[0023]** [Fig. 3](#) eine zweite Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht in zwei

Bewegungszuständen vor dem Erreichen der Endlage;

[0024] **Fig. 4** eine dritte Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht in zwei Bewegungszuständen vor dem Erreichen der Endlage;

[0025] **Fig. 5** eine vierte Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht;

[0026] **Fig. 6** eine fünfte Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht;

[0027] **Fig. 7** eine sechste Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht;

[0028] **Fig. 8** eine siebte Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht;

[0029] **Fig. 9** eine achte Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht;

[0030] **Fig. 10** eine neunte Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht; und

[0031] **Fig. 11** eine zehnte Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung in einer Schnittansicht.

[0032] Es werden für funktionsäquivalente Elemente und Größen in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0033] **Fig. 1** zeigt ein Kraftstoffsystem **1** einer Brennkraftmaschine in einer stark vereinfachten Darstellung. Eine (nicht näher erläuterte) und als Kolbenpumpe ausgebildete Hochdruckpumpe **3** ist stromaufwärts über eine Saugleitung **4**, eine Vorförderpumpe **5** und eine Niederdruckleitung **7** mit einem Kraftstofftank **9** verbunden. Stromabwärts ist an die Hochdruckpumpe **3** über eine Hochdruckleitung **11** ein Hochdruckspeicher **13** ("Common Rail") angeschlossen. Ein als Mengensteuerventil **14** ausgebildetes elektromagnetisches Schaltventil mit einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung **15** – im Folgenden als ein Elektromagnet **15** bezeichnet – ist hydraulisch zwischen der Niederdruckleitung **7** und der Hochdruckpumpe **3** angeordnet. Sonstige Elemente, wie beispielsweise Ventile der Hochdruckpumpe **3**, sind in der **Fig. 1** nicht gezeichnet. Es versteht sich, dass das Mengensteuerventil **14** als Baueinheit mit der Hochdruckpumpe **3** ausgebildet sein kann. Beispielsweise kann durch das Mengensteuerventil **14** ein Einlassventil der Hochdruckpumpe **3** zwangsweise geöffnet werden.

[0034] Beim Betrieb des Kraftstoffsystems **1** fördert die Vorförderpumpe **5** Kraftstoff vom Kraftstofftank **9** in die Niederdruckleitung **7**. Dabei bestimmt das Mengensteuerventil **14** die von der Hochdruckpumpe

**3** dem Hochdruckspeicher **13** zugeführte Kraftstoffmenge, indem es ein Einlassventil der Hochdruckpumpe **3** während eines Förderhubs zeitweise zwangsweise offen hält.

[0035] **Fig. 2** zeigt eine Ausführungsform einer Dämpfungseinrichtung **18** zum Abbremsen eines Ventilelements **22** des Mengensteuerventils **14**. Dargestellt sind in einem linken und rechten Teil der **Fig. 2** zwei Bewegungszustände der Dämpfungseinrichtung **18**. Im in der Zeichnung unteren Bereich ist jeweils ein gehäusefester erster Abschnitt **26** eines Gehäuses **50** und im oberen Bereich jeweils ein zweiter mit dem Ventilelement **22** gekoppelter Abschnitt **28** dargestellt. Vorliegend weist der gehäusefeste erste Abschnitt **26** eine Ausnehmung **29** auf. Eine Symmetrielinie **32** kennzeichnet eine Achse der vorliegend rotationssymmetrischen Dämpfungseinrichtung **18**. Aufgrund der Ausnehmung **29** weist der Abschnitt **26** in der Schnittansicht eine stufenförmige Kontur auf. Beide Abschnitte **26** und **28** sind in den dargestellten Bereichen von Kraftstoff umflossen. Die Ausnehmung **29** hat eine Grundfläche **23**, welche, wie weiter unten dargelegt werden wird, eine Anlagefläche bildet. Radial wird die Ausnehmung **29** durch eine Umfangsfläche **25** begrenzt. Der Abschnitt **28** weist eine zur Grundfläche **23** der Ausnehmung **29** hinweisende Stirnfläche **27** auf, sowie eine Umfangsfläche **31**. Der Radius des zweiten Abschnitts **28** ist etwas kleiner als der Radius der Ausnehmung **29**.

[0036] Im Betrieb ist das Ventilelement **22** zunächst entfernt von dem gehäusefesten Abschnitt **26** und damit von der Grundfläche **23**. Die Abschnitte **26** und **28** sind so geformt, dass die Stirnfläche **27** und die Grundfläche **23** in der Endlage des Ventilelements **22** im Wesentlichen aneinander anliegen. Die Grundfläche **23** bildet somit eine Anlagefläche **24** für das Ventilelement **22** bzw. den Abschnitt **28** und bestimmt dessen Endlage. Eine Annäherung an die Endlage findet im Verlauf der Bewegung statt. Ein Pfeil **30** zeigt die Bewegungsrichtung des Ventilelements **22** an. Beim Eintauchen des Abschnitts **28** in die Ausnehmung **29** bildet sich ein Fluidraum **33**.

[0037] Der in der Zeichnung linke Teil "1." der **Fig. 2** zeigt eine erste Phase vor dem Erreichen der Endlage, in der ein durch den Kraftstoff bedingter hydraulischer Drossel-effekt beim Abbremsen des Ventilelements **22** gegenüber einem hydraulischen Quetscheffekt überwiegt. Hierzu bildet sich aufgrund der unterschiedlichen Durchmesser von Ausnehmung **29** und Abschnitt **28** ein im Wesentlichen radialer Spalt zwischen dem Abschnitt **26** und dem Abschnitt **28** aus. Dies wird durch einen Fluidstrom **34** (Kraftstoff) veranschaulicht, der bei einer Annäherung der beiden Abschnitte **26** und **28** als Folge einer Druckerhöhung seitlich zur axialen Bewegung durch einen durch einen Kreis angedeuteten Drosselspalt **36** gedrückt wird. Dabei entstehen hydraulische Verluste,

die zu einem entsprechenden Abbremsen der Bewegung des Abschnitts **28** bzw. des Ventilelements **22** führen.

**[0038]** Der in der Zeichnung rechte Teil "2." der **Fig. 2** zeigt eine darauf folgende zweite Phase unmittelbar vor dem Erreichen der Endlage. Dort ist das Ventilelement **22** bzw. der Abschnitt **28** der Anlagefläche **24** so weit angenähert, dass sich zwischen der Stirnfläche **27** und der Anlagefläche **23** ein Quetschspalt **38** ausbildet und der Fluidstrom **34** überwiegend durch den Quetscheffekt getrieben wird.

**[0039]** Die **Fig. 2** veranschaulicht, dass während der ersten Phase beim Durchgang des Fluids durch den Drosselspalt **36** schon eine merkliche Dämpfung der Bewegung des Ventilelements **22** stattfindet. Danach wird in der zweiten Phase durch den sich rasch verkleinernden Quetschspalt **38** ein noch höherer Druck zwischen den Abschnitten **26** und **28** aufgebaut und in kurzer Zeit ein großes Fluidvolumen verdrängt. Dabei entstehen entsprechend höhere hydraulische Verluste, die ein zunehmend starkes Abbremsen des Abschnitts **28** bzw. des Ventilelements **22** bewirken. Die Abschnitte **26** und **28** sind in ihrer Geometrie so ausgelegt, dass sich ein gewünschter Dämpfungsverlauf bzw. eine gewünschte Aufteilung zwischen Drossel- und Quetscheffekt ergeben. Beispielsweise wird bei einem engeren Drosselspalt die Drosselwirkung im allgemeinen größer und die Abbremsung des Ventilelements **22** verstärkt.

**[0040]** Beim Abheben des Ventilelements **22** bzw. des Abschnitts **28** von der Anlagefläche **24** in einem folgenden Arbeitstakt des Mengensteuerventils **14** erfolgt die Bewegung entgegen der durch den Pfeil **30** gezeigten Richtung. Dabei ist der Ablauf – beginnend mit dem rechten Teil der **Fig. 2** – im Wesentlichen umgekehrt wie zuvor beschrieben.

**[0041]** Man erkennt im rechten Teil der **Fig. 2**, wie der zunächst schmale Quetschspalt **38** durch einen Fluidstrom **34** (in umgekehrter Richtung in Bezug auf die Zeichnung) aufgefüllt wird, bis sich wiederum ein Fluidraum **33** ausbildet. Danach wird der Drosselspalt **36** rasch größer und das Abheben des Ventilelements **22** beschleunigt sich (vgl. den linken Teil der **Fig. 2**).

**[0042]** In den nachfolgenden **Fig. 3** bis **Fig. 6** werden weitere Ausführungsformen der Dämpfungseinrichtung **18** beschrieben. Die grundsätzliche Anordnung und die Wirkung der Dämpfungseinrichtung **18** ist jeweils der von **Fig. 2** ähnlich. Daher werden die Beschreibungen nur soweit wiederholt, wie es für die Funktion erforderlich ist.

**[0043]** **Fig. 3** zeigt die Dämpfungseinrichtung **18** mit einer im Vergleich zu der **Fig. 2** kegelförmigen Kontur der dargestellten Schnittansicht. Man erkennt, dass

der Drosselspalt **36** sich – im Verlauf der durch den Pfeil **30** dargestellten Bewegung des Abschnitts **28** – über dem Weg in einer anderen Weise verkleinern oder schließen kann, als dies in der **Fig. 2** der Fall ist. Entsprechend verändern sich das Einsetzen und die Stärke des Drossel- und des Quetscheffektes. Durch die Wahl der Geometrie, beispielsweise durch einen die kegelförmige Kontur bestimmenden Winkel, kann die Dämpfungseinrichtung an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden.

**[0044]** **Fig. 4** zeigt die Dämpfungseinrichtung **18** mit einer im Vergleich zu der **Fig. 2** halbkugelförmigen bzw. gerundeten Kontur der dargestellten Schnittansicht. Dabei gehen die Grundfläche **23** und die Umfangsfläche **25**, bzw. die Stirnfläche **27** und die Umfangsfläche **31**, und daraus folgend der Drosselspalt **36** und der Quetschspalt **38** stetig ineinander über.

**[0045]** Man erkennt, dass der Drosselspalt **36** sich wiederum in einer von den **Fig. 2** und **Fig. 3** verschiedenen Weise verkleinern oder schließen kann. Ebenso entsteht dadurch eine individuelle Dämpfungseigenschaft der Dämpfungseinrichtung **18**. In der **Fig. 4** ist außerdem zu erkennen, dass die axiale Endfläche **27** des Abschnitts **28** und die gegenüber liegende Anlagefläche **23** des Abschnitts **26** wenigstens bereichsweise nicht orthogonal zu einer Längsachse des Ventilelements **22** verlaufen.

**[0046]** **Fig. 5** zeigt eine als Mehrfachstufe ausgebildete stufenförmige Kontur der dargestellten Schnittansicht. Ergänzend zur **Fig. 2** ergibt sich somit ein zweiter Drosselspalt **40**. Vorliegend ist die Geometrie so gewählt, dass der erste Drosselspalt **36** sich im Verlauf der Bewegung des Ventilelements **22** früher verengt als der zweite Drosselspalt **40**. Dadurch wird eine entsprechend "abgestufte" Drosselung erreicht. Es versteht sich, dass die Mehrfachstufe nicht auf zwei Stufen beschränkt sein muss, sondern auch drei oder mehr Stufen umfassen kann.

**[0047]** In einer zu der **Fig. 5** zeichnerisch gleichen Ausführung der Dämpfungseinrichtung **18** sind die Abschnitte **26** und **28** nicht im Wesentlichen radial-symmetrisch ausgebildet und weisen beispielsweise in ihrer axialen Ansicht einen quadratischen Umriss auf. Diese Option ist alternativ ebenso auf die **Fig. 2** bis **Fig. 4** sowie die nachfolgenden **Fig. 6** bis **Fig. 11** anwendbar. Dadurch ergeben sich weitere Möglichkeiten, um die Dämpfungseinrichtung zu realisieren.

**[0048]** **Fig. 6** zeigt eine Dämpfungseinrichtung **18** mit einer in der Schnittansicht stufenförmigen Kontur ähnlich der **Fig. 2**, bei welcher ein Kanal **42** den Fluidraum **33** mit einem Entlastungsraum **44** verbindet. Der Kanal **42** ist vorliegend als eine "Entdrosselbohrung" ausgeführt. Bei Annäherung des Abschnitts **28** an den gehäusefesten Abschnitt **26** wird Fluid zunächst überwiegend durch den Drosselspalt **36** aus

dem Fluidraum **33** abgeführt. Wird der Drosselspalt **36** im Zuge der Bewegung des Ventilelements **22** enger, so steigt der Druck im Fluidraum **33** weiter an, so dass sich ergänzend zum Fluidstrom **34** durch den Drosselspalt **36** ein rasch zunehmender Fluidstrom **35** durch den Kanal **42** ergibt.

**[0049]** Wird der Fluidraum **33** weiter verkleinert, so wird auch der Drosselspalt **36** verkleinert. Dabei nimmt der Quetscheffekt zu. Dies ist in der Zeichnung jedoch nicht dargestellt. Bei zunehmenden Quetscheffekt bleibt der Kanal **42** geöffnet, so dass bis zu einem möglichen Anschlag des Abschnitts **28** an der Anlagefläche **24** Fluid durch den Kanal **42** strömen kann. Dadurch wird die Wirkung der Dämpfungseinrichtung **18** in der zweiten Phase vor dem Erreichen der Endlage maßgeblich beeinflusst. Der Kanal **42** kann auch mehrfach in der Dämpfungseinrichtung **18** vorhanden sein, vorzugsweise radialsymmetrisch zur Symmetrielinie **32**. Weiterhin versteht es sich, dass der Kanal **42** in einer zu der **Fig. 6** vergleichbaren Weise in den übrigen Ausführungsformen nach den **Fig. 2** bis **Fig. 5** und **Fig. 7** bis **Fig. 11** optional ergänzt werden kann.

**[0050]** **Fig. 7** zeigt eine Ausführung der Dämpfungseinrichtung **18** zusammen mit einem axial beweglichen Anker **46** und einem gehäusefesten Polkern **48**. Der Polkern umfasst die Ausnehmung **29**. Die in der **Fig. 7** gezeigten Elemente weisen eine im Wesentlichen rotationssymmetrische Form auf. Sonstige Elemente, wie etwa ein oder mehrere Abströmkä-näle, sind nicht mit dargestellt. Vorliegend sind die Grundfläche **23** und die Anschlagfläche **24** verschieden. Der Pfeil **30** veranschaulicht die axiale Bewegung des Ankers **46**. Bei einer Annäherung des Ankers **46** an den Polkern **48** trifft der Anker **46** auf die Anschlagfläche **24** auf, wobei – entsprechend der in der **Fig. 7** vorliegenden Geometrie – der Fluidraum **33** in der Ausnehmung **29** sehr klein wird, aber nicht verschwindet. Bei der Annäherung an die Endlage taucht der Anker **46** in die Ausnehmung **29** des Polkerns **48** ein. Der Drosselspalt **36** bewirkt den für die Abbremsung des Ankers **46** gewünschten Drossel-effekt, wogegen ein Quetscheffekt nicht oder nur vergleichsweise gering auftritt.

**[0051]** **Fig. 8** zeigt eine weitere Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung **18**. In dem Gehäuse **50** ist eine Anschlagplatte **52** gehäusefest angeordnet. Eine Ventilnadel **54** mit einem darauf fest angeordneten scheibenförmigen Nadelbund **56** ist axial beweglich. Beide Elemente weisen eine im Wesentlichen rotationssymmetrische Form auf. Ein Drosselspalt **36** und ein Kanal **42** bewirken die aus den **Fig. 2** bis **Fig. 6** bekannte Dämpfung beim Abbremsen der Ventilnadel **54** vor Erreichen der Endlage. Alternativ oder ergänzend können weitere Elemente eines elektromagnetischen Schaltventils **20** bzw. eines Mengenstev-ventils **14** für eine Dämpfungseinrichtung **18** ge-

nutzt werden. Beispielsweise kann das Ventilelement **22** zusammen mit Hülsen oder Führungsblechen eines Mengenstev-ventils **14** eine Dämpfungseinrichtung **18** realisieren.

**[0052]** Wie in der **Fig. 2**, so sind auch in den **Fig. 3** bis **Fig. 8** die Abschnitte **26** und **28** so geformt, dass sie eine axiale Endfläche bzw. eine Anlagefläche **24** aufweisen, welche in der Endlage des Ventilelements **22** im Wesentlichen aneinander anliegen.

**[0053]** Die **Fig. 9** und **Fig. 10** zeigen stark schematisch und vereinfacht je eine Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung **18**, bei der ein (**Fig. 9**) oder beide (**Fig. 10**) Abschnitte **26** und **28** in der dargestellten Schnittansicht wenigstens bereichsweise gerundet oder kugelförmig ausgebildet sind. Der sich ergebende Quetschspalt **38** weist vorliegend einen in etwa sichelförmigen Querschnitt auf.

**[0054]** **Fig. 11** zeigt eine weitere Ausführungsform der Dämpfungseinrichtung **18**, in welcher sowohl der Drosselspalt **36** als auch der Quetschspalt **38** kegelförmig sind. Die Stirnfläche **27** des Ventilelements **22** umfasst eine plane Teilfläche **58**, in deren Bereich die Stirnfläche **27** und die Anschlagfläche **24** aneinander liegen.

**[0055]** Entsprechend der in der **Fig. 11** dargestellten Geometrie ergeben sich weitere Möglichkeiten, um die Stärke und das Einsetzen des hydraulischen Drossel-effekts und des hydraulischen Quetscheffekts und damit das Abbremsen des Ventilelements **22** spezifisch einzustellen. Der Quetscheffekt wirkt im Wesentlichen nur im Bereich der Teilfläche **58**.

**[0056]** In weiteren, jedoch nicht dargestellten, Ausführungsformen der Dämpfungseinrichtung **18** des elektromagnetischen Schaltventils **20** sind die Abschnitte **26** und **28** und damit die Ausnehmung **29** in Bezug auf das Gehäuse **50** und das Ventilelement **22** vertauscht. Es ergibt sich jedoch eine grundsätzlich gleiche Dämpfungswirkung wie zuvor in den **Fig. 2** bis **Fig. 11** beschrieben.

**[0057]** Weitere, ebenfalls nicht dargestellte Ausführungsformen der Dämpfungseinrichtung **18** sind so ausgeführt, dass sie in beiden Bewegungsrichtungen des Ventilelements **22** wirksam sind, beziehungsweise, für jede Bewegungsrichtung eine separate Dämpfungseinrichtung **18** im Gehäuse **50** angeordnet ist.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10065015 A1 [[0002](#)]

**Patentansprüche**

1. Elektromagnetisches Schaltventil (20), insbesondere Mengensteuerventil (14) in einem Common-Rail-System, mit einem in einem Gehäuse (50) bewegbaren Ventilelement (22), **dadurch gekennzeichnet**, dass es eine Dämpfungseinrichtung (18) zum Abbremsen des Ventilelements (22) vor Erreichen einer Endlage aufweist, wobei die Dämpfungseinrichtung (18) einen ersten gehäusefesten Abschnitt (26) und einen zweiten mit dem Ventilelement (22) gekoppelten Abschnitt (28) aufweist, wobei der eine Abschnitt (26; 28) eine Ausnehmung (29) umfasst, in die der andere Abschnitt (26; 28) vor Erreichen der Endlage des Ventilelements (22) unter Bildung eines im Wesentlichen radialen Spalts (36; 38) eintaucht.

2. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der eintauchende Abschnitt (26; 28) eine axiale Endfläche aufweist, welche in der Endlage des Ventilelements (22) an einer gegenüber liegenden Anlagefläche des anderen Abschnitts (26; 28) im Wesentlichen anliegt.

3. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Endfläche und die Anlagefläche im Wesentlichen orthogonal zu einer Längsachse des Ventilelements (22) verlaufen.

4. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Endfläche und die Anlagefläche im Wesentlichen nicht orthogonal zu einer Längsachse des Ventilelements (22) verlaufen.

5. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Abschnitte (26; 28) im Wesentlichen radialsymmetrisch sind.

6. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Abschnitte (26; 28) nicht im Wesentlichen radialsymmetrisch sind.

7. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Abschnitte (26; 28) stufenförmig ausgebildet sind.

8. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Abschnitte (26; 28) wenigstens bereichsweise rampenförmig oder kegelförmig ausgebildet sind.

9. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Abschnitte (26; 28) wenigstens bereichsweise gerundet oder kegelförmig ausgebildet sind.

10. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der radiale Spalt (36; 38) kegelförmig und/oder sichelförmig ist.

11. Elektromagnetisches Schaltventil (20) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dämpfungseinrichtung (18) mindestens einen Kanal (42) aufweist, welcher einen Fluidraum (33), der sich bei Annäherung des Ventilelements (22) an seine Endlage zwischen den beiden Abschnitten (26; 28) bildet, mit einem Entlastungsraum (44) verbindet.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

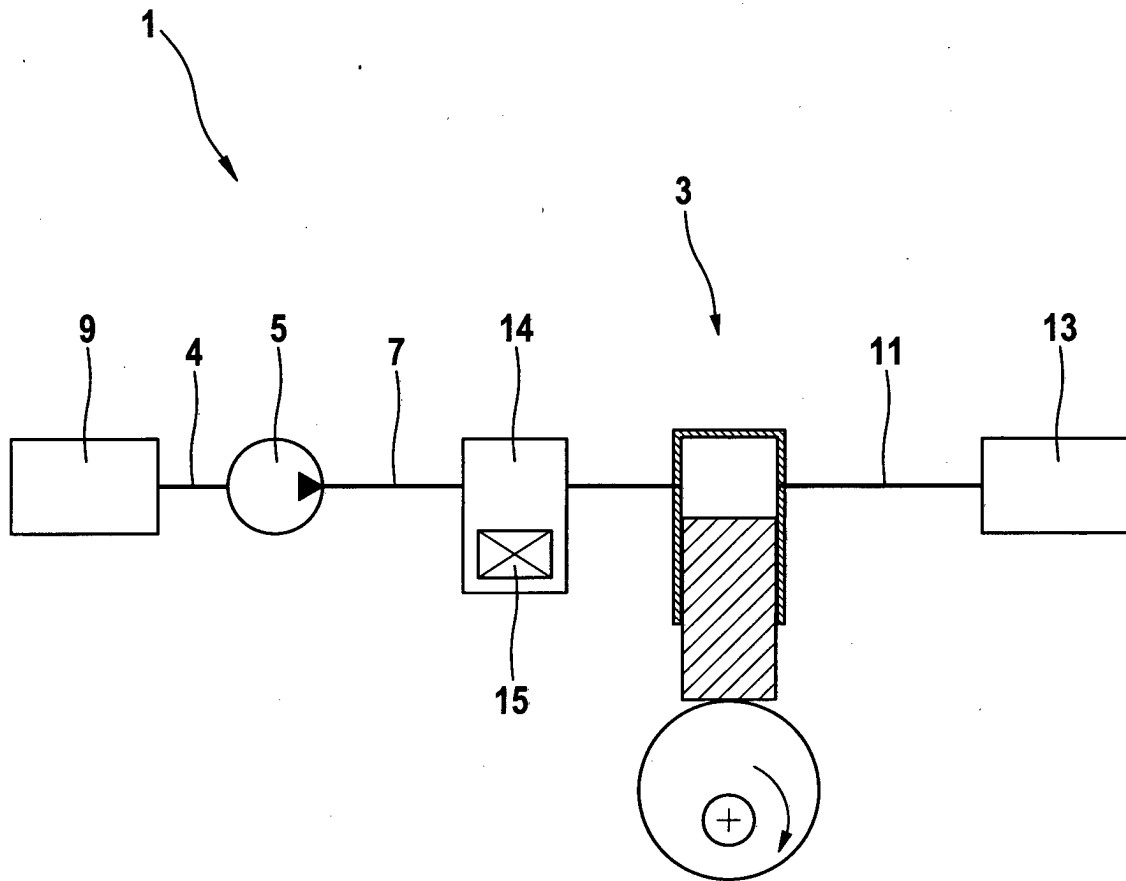
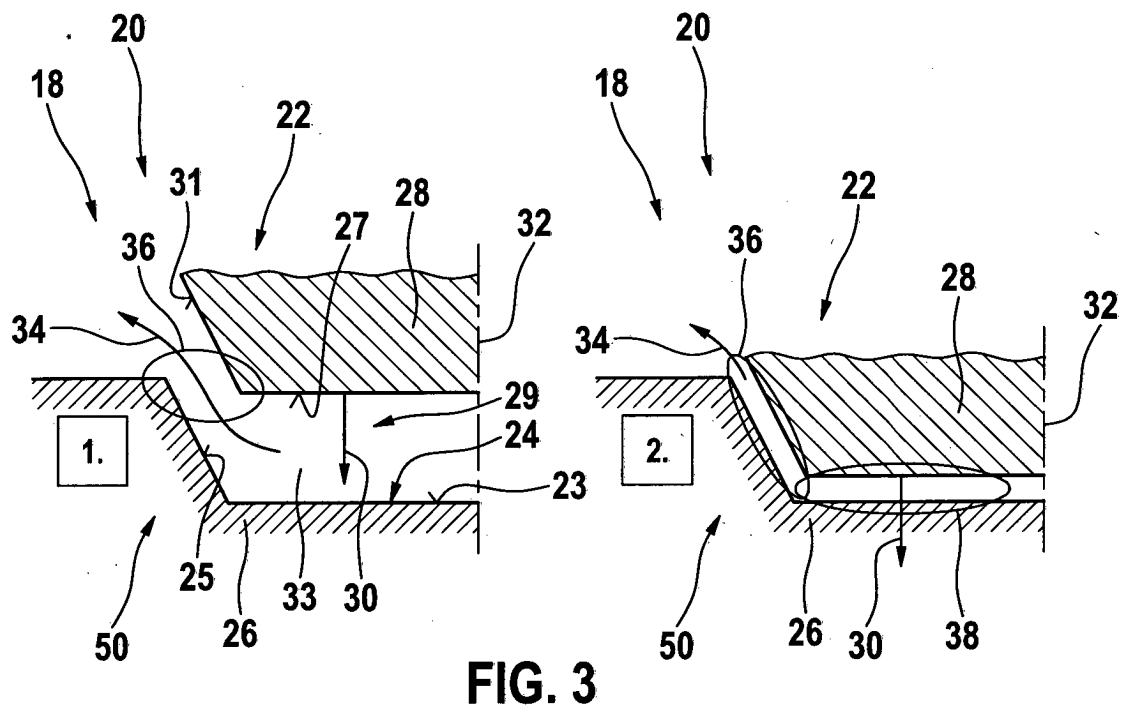
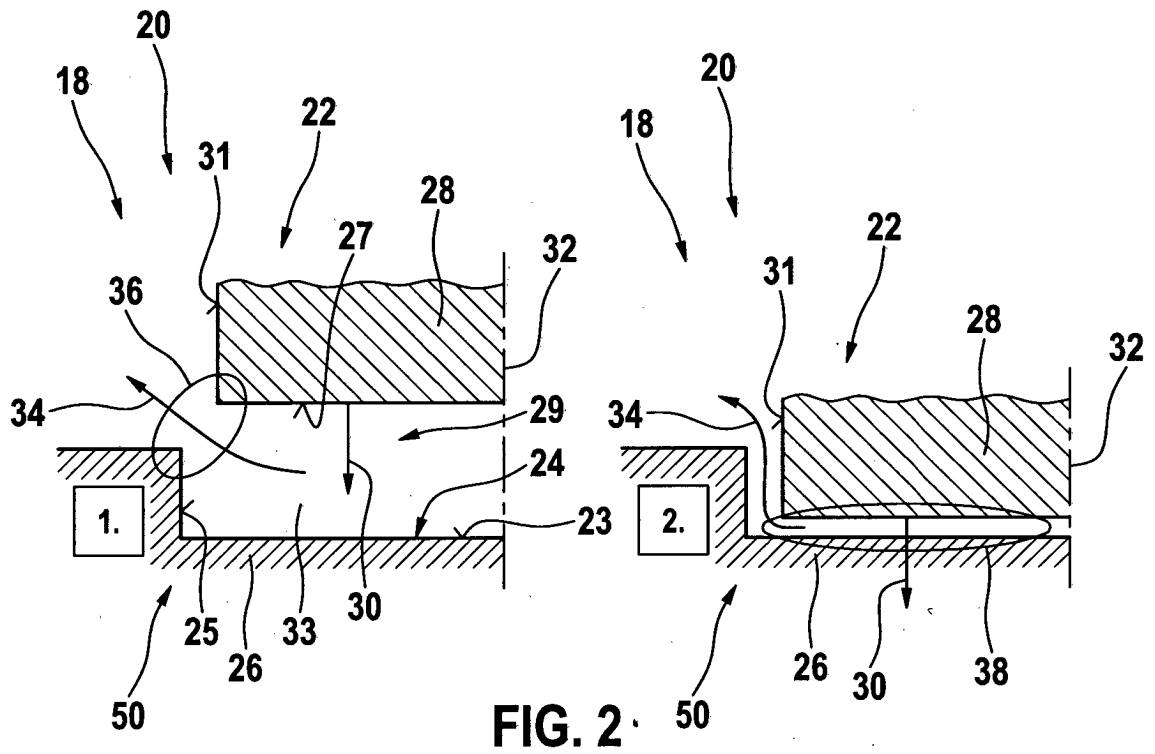


FIG. 1



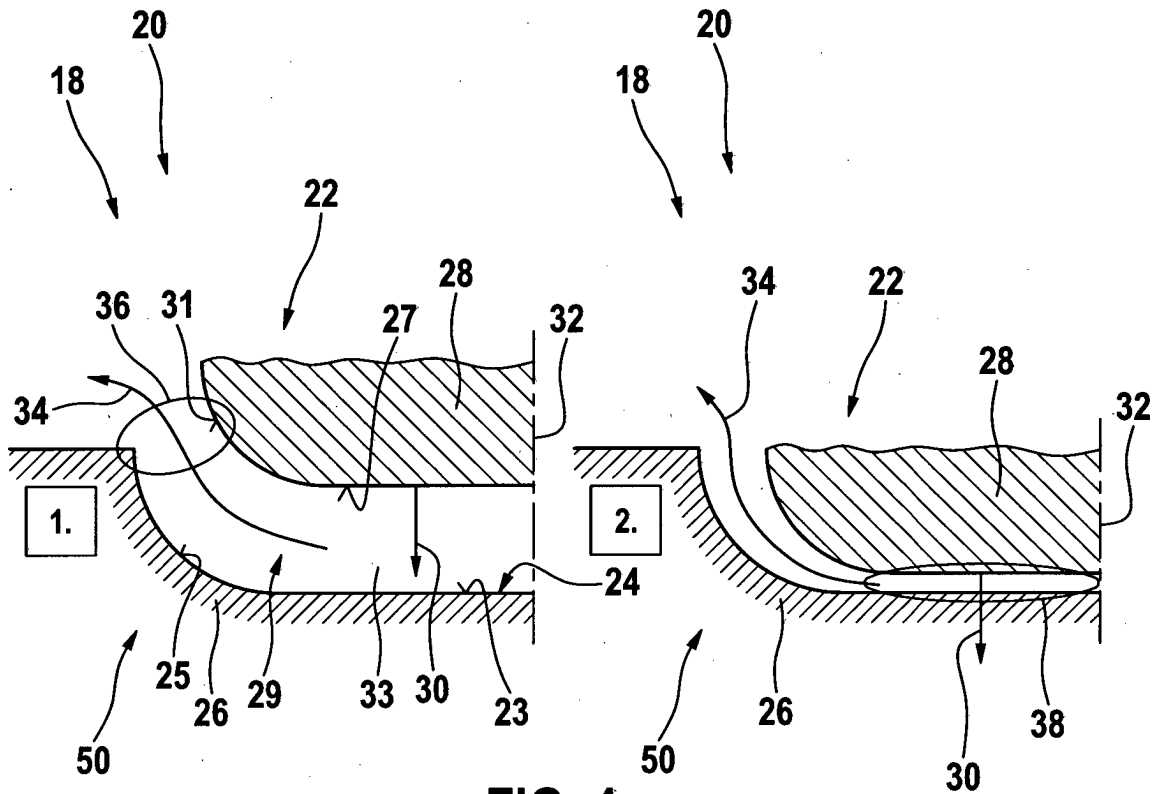


FIG. 4

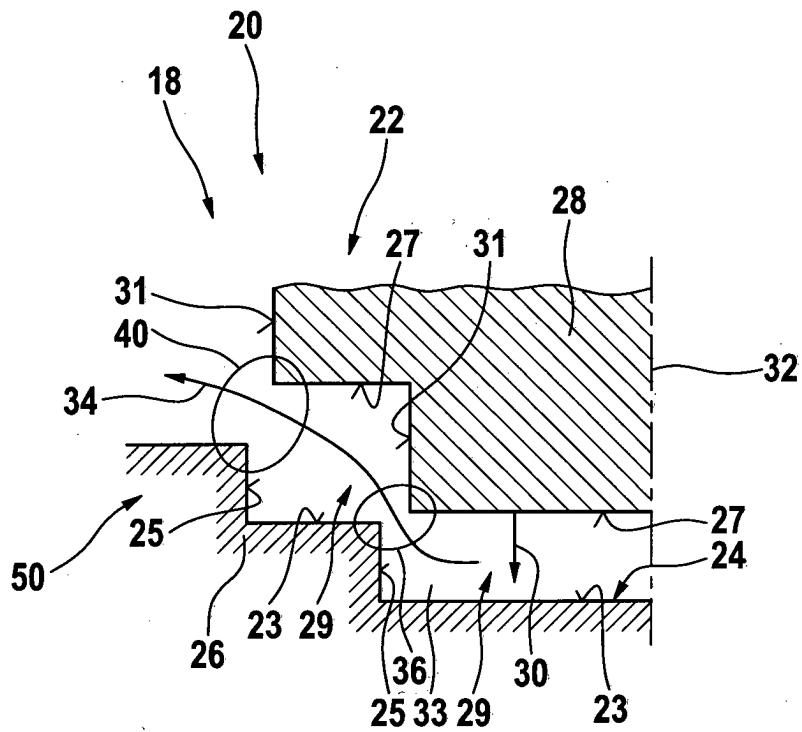


FIG. 5

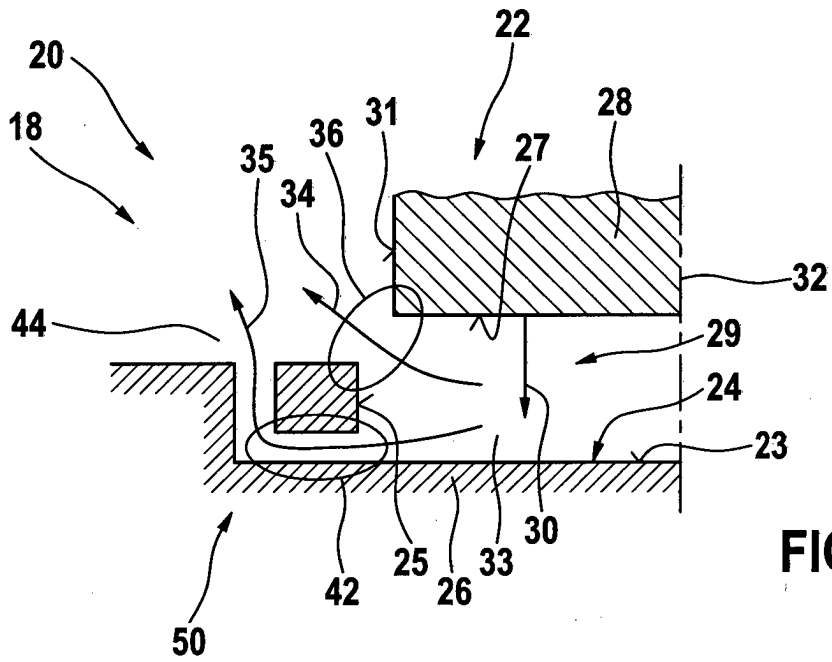


FIG. 6

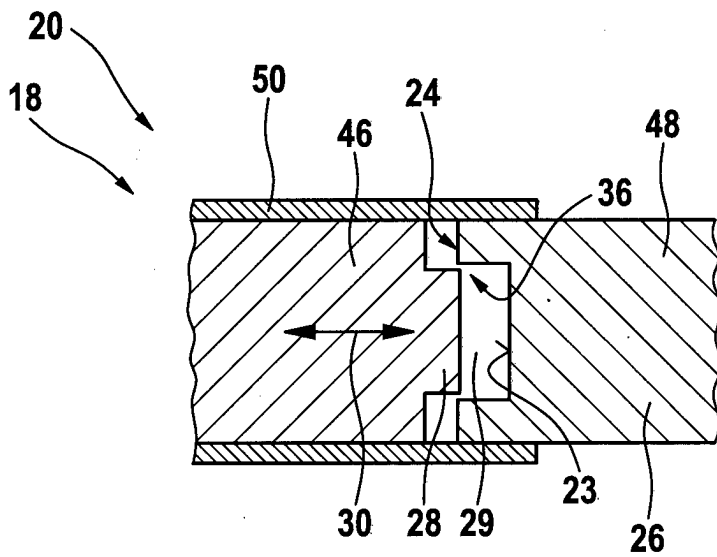


FIG. 7

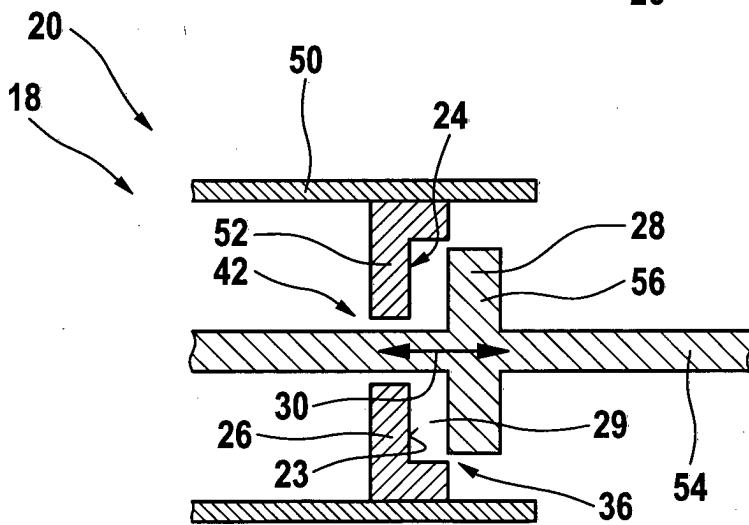


FIG. 8

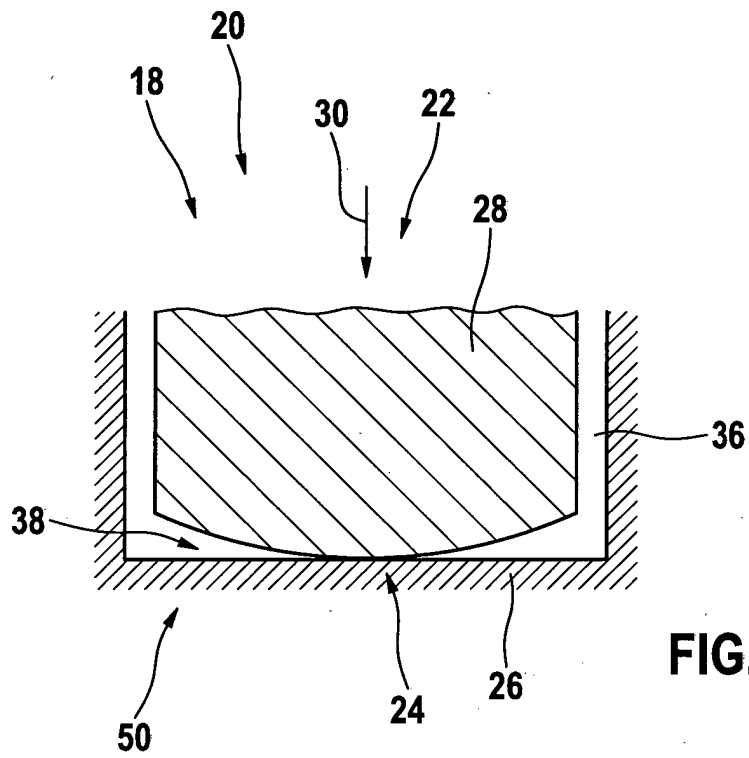


FIG. 9

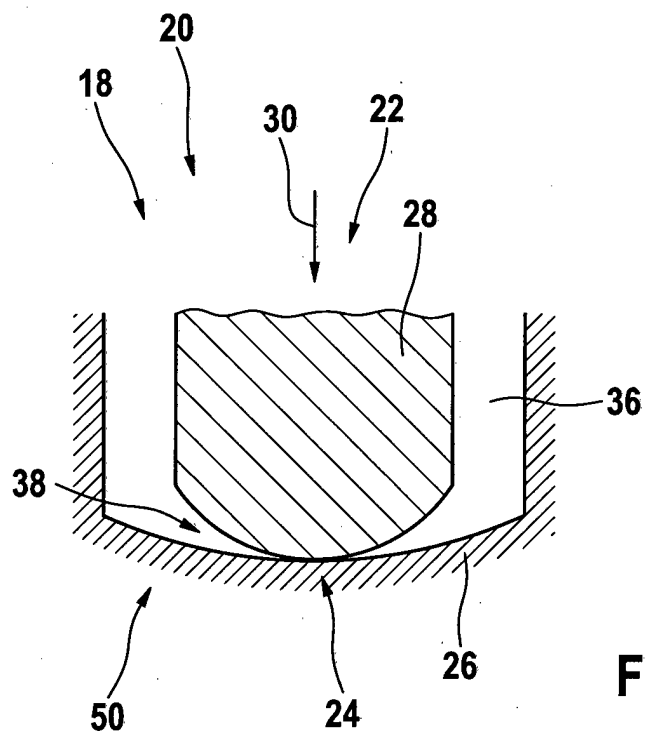


FIG. 10

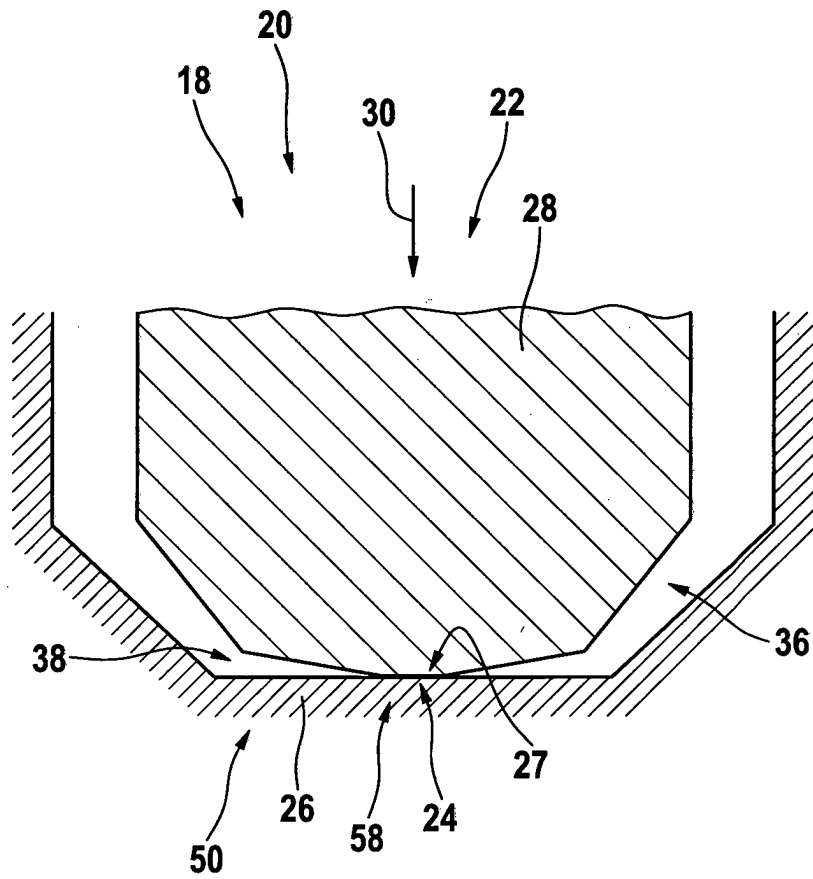


FIG. 11