

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
9. August 2012 (09.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/104236 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 59/10 (2006.01) *F02M 59/22* (2006.01)
F02M 59/44 (2006.01) *F02M 59/02* (2006.01)
F02M 59/32 (2006.01) *F04B 1/08* (2006.01)
F02M 63/02 (2006.01) *F04B 1/07* (2006.01)
F02M 59/20 (2006.01)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **ABSMEIER, Michael** [DE/DE]; Holzgasse 17, 93090 Bach an der Donau (DE). **GEBHARDT, Xaver** [DE/DE]; Alte-Nürnberg-Str. 9, 93059 Regensburg (DE). **LYUBAR, Anatolij** [UA/DE]; Nürnberger Straße 351a, 93059 Regensburg (DE). **STEGEMANN, Danica** [DE/DE]; Rosenweg 38, 31582 Nienburg / Weser (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/051409

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Januar 2012 (30.01.2012)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL
AUTOMOTIVE GMBH**; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

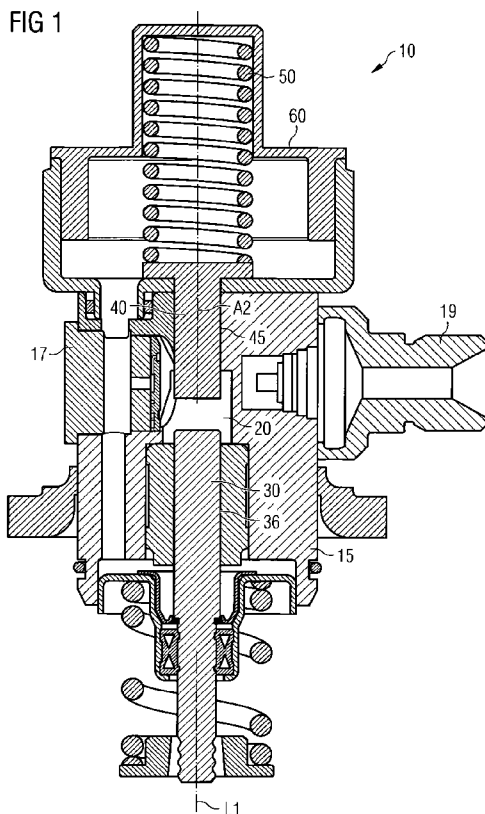
(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 003 396.3
31. Januar 2011 (31.01.2011) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PUMP UNIT FOR A HIGH-PRESSURE PUMP

(54) Bezeichnung : PUMPENEINHEIT FÜR EINE HOCHDRUCKPUMPE



(57) Abstract: The pump unit (10) comprises a pump housing (15) having a low-pressure inlet (17) and a high-pressure outlet (19). A working medium is fed via the low-pressure inlet (17) to a working chamber (20) which is formed in the pump housing (15). The working medium is discharged from the working chamber (20) via the high-pressure outlet (19). Furthermore, the pump unit (10) comprises a pump piston channel (36) which is formed in the pump housing (15) and has a longitudinal axis (L1). The pump unit (10) has a first pump piston (32) which is arranged movably along the longitudinal axis (L1) in the pump piston channel (36) and is coupled hydraulically to the working chamber (20). Furthermore, the pump unit (10) has a second pump piston (32) which is arranged movably along the longitudinal axis (L1) in the pump piston channel (36) and is coupled hydraulically via a compensation volume (100) to the first pump piston (32), wherein the compensation volume (100) is coupled hydraulically to a compensation unit (110) which is configured to adapt the compensation volume (100) in a manner which is dependent on a pressure in the working chamber (20).

(57) Zusammenfassung: Die Pumpeneinheit (10) umfasst ein Pumpengehäuse (15) mit einem Niederdruckeingang

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/104236 A2



NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(17) und einem Hochdruckausgang (19). Über den Niederdruckeingang (17) wird einem in dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Arbeitsraum (20) ein Arbeitsmedium zugeführt. Über den Hochdruckausgang (19) wird das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum (20) abgeleitet. Des Weiteren umfasst die Pumpeneinheit (10) einen in dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Pumpkolbenkanal (36) mit einer Längsachse (L1). Die Pumpeneinheit (10) weist einen ersten Pumpkolben (32) auf, der in dem Pumpkolbenkanal (36) entlang der Längsachse (L1) beweglich angeordnet ist und der hydraulisch gekoppelt ist mit dem Arbeitsraum (20). Ferner weist die Pumpeneinheit (10) einen zweiten Pumpkolben (32) auf, der in dem Pumpkolbenkanal (36) entlang der Längsachse (L1) beweglich angeordnet ist und der über ein Ausgleichsvolumen (100) hydraulisch gekoppelt ist mit dem ersten Pumpkolben (32), wobei das Ausgleichsvolumen (100) hydraulisch gekoppelt ist mit einer Ausgleichseinheit (110), die ausgebildet ist, abhängig von einem Druck in dem Arbeitsraum (20) das Ausgleichsvolumen (100) anzupassen.

Beschreibung

Pumpeneinheit für eine Hochdruckpumpe

Die Erfindung betrifft eine Pumpeneinheit für eine Hochdruckpumpe.

Hochdruckpumpen werden regelmäßig zur Förderung von Fluid für ein Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen verwendet. Speichereinspritzsysteme für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen, so zum Beispiel in Common-Rail-Systemen, sollen den notwendigen Volumenstrom und den erforderlichen Fluiddruck bereitstellen können. Die Hochdruckpumpe soll eine zu fördernde Brennkraftstoffmenge einem Verbrauch der Brennkraftmaschine bei einem entsprechenden Lastarbeitspunkt anpassen.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Pumpeneinheit für eine Hochdruckpumpe zu schaffen, die ermöglicht, eine Menge eines zu fördernden Arbeitsmediums an vorgegebene Anforderungen anzupassen. Zugleich soll die Pumpeneinheit kostengünstig herstellbar sein und einen guten energetischen Wirkungsgrad aufweisen.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Gemäß einem ersten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch eine Pumpeneinheit für eine Hochdruckpumpe. Die Pumpeneinheit umfasst ein Pumpengehäuse mit einem Niederdruckeingang und einem Hochdruckausgang. Über den Niederdruckeingang wird einem in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Arbeitsraum ein Arbeitsmedium zugeführt. Über den Hochdruckausgang wird das

Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum abgeleitet. Des Weiteren umfasst die Pumpeneinheit einen in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Pumpkolbenkanal mit einer Längsachse. Die Pumpeneinheit weist einen ersten Pumpkolben auf, der in dem Pumpkolbenkanal entlang der Längsachse beweglich angeordnet ist und der hydraulisch gekoppelt ist mit dem Arbeitsraum. Ferner weist die Pumpeneinheit einen zweiten Pumpkolben auf, der in dem Pumpkolbenkanal entlang der Längsachse beweglich angeordnet ist und der über ein Ausgleichsvolumen hydraulisch gekoppelt ist mit dem ersten Pumpkolben, wobei das Ausgleichsvolumen hydraulisch gekoppelt ist mit einer Ausgleichseinheit, die ausgebildet ist, abhängig von einem Druck in dem Arbeitsraum das Ausgleichsvolumen anzupassen.

Dies ermöglicht vorteilhafterweise eine Regelung des Volumenstroms des Arbeitsmediums, vorzugsweise eines Kraftstoffes, mit einer reduzierten Anzahl von Bauteilen und kann einen Beitrag leisten dazu, dass die Pumpeneinheit und somit die Hochdruckpumpe einen guten energetischen Wirkungsgrad aufweisen kann. Die Einsparung von Bauteilen ermöglicht eine kostengünstige Herstellung. Die Erfindung hat den Vorteil, dass ein zwischen einem Kraftstofftank und der Pumpeneinheit gesondertes elektromagnetisches Volumenstromregelventil nicht erforderlich ist und/oder ein Anpassen des Volumenstroms an beispielsweise einen aktuellen Brennstoffverbrauch der Brennkraftmaschine durch Drosseln eines Zulaufstroms und/oder durch Absteuern einer nicht benötigten, verdichteten Kraftstoffmenge nicht erforderlich ist. Beispielsweise kann sich durch ein Absteuern der nicht benötigten Kraftstoffmenge mit einem Druckbegrenzungsventil der energetische Wirkungsgrad bemerkenswert verschlechtern.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Ausgleichseinheit ausgebildet, bei einem Förderhub des zweiten Pumpkolbens

bis zum Erreichen eines vorgegebenen Drucks in dem Arbeitsraum das Ausgleichsvolumen im Wesentlichen unverändert zu lassen und im Sinne eines Konstanthaltens des Drucks in dem Arbeitsraum im Verlauf einer Fortsetzung des Förderhubs das Ausgleichsvolumen anzupassen. Die Ausgleichseinheit bewirkt, dass bei einem Förderhub des zweiten Pumpkolbens bei Erreichen des gewünschten Drucks im Arbeitsraum der erste Pumpkolben im Wesentlichen zum Stillstand kommt und somit keine weitere Menge des Arbeitsmittels in den Arbeitsraum gefördert wird. Bis zum Erreichen des gewünschten Drucks in dem Arbeitsraum bilden der erste Pumpkolben und der zweite Pumpkolben eine Einheit, die im Wesentlichen in gleicher Weise arbeitet wie ein aus dem Stand der Technik bekannter einteiliger Pumpkolben.

Gemäß einem zweiten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch eine Pumpeneinheit für eine Hochdruckpumpe. Die Pumpeneinheit umfasst ein Pumpengehäuse mit einem Niederdruckeingang und einem Hochdruckausgang. Über den Niederdruckeingang wird einem in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Arbeitsraum ein Arbeitsmedium zugeführt. Über den Hochdruckausgang wird das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum abgeleitet. Ferner umfasst die Pumpeneinheit einen in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Pumpkolbenkanal mit einer Längsachse. Die Pumpeneinheit weist einen ersten Pumpkolben auf, der in dem Pumpkolbenkanal entlang der Längsachse beweglich angeordnet ist und der hydraulisch gekoppelt ist mit dem Arbeitsraum. Ferner weist die Pumpeneinheit einen zweiten Pumpkolben auf, der in dem Pumpkolbenkanal entlang der Längsachse beweglich angeordnet ist und der über ein Federelement gekoppelt ist mit dem ersten Pumpkolben, wobei das Federelement ausgebildet ist, abhängig von einem Druck in den Arbeitsraum einen Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Pumpkolben anzupassen. Das Federelement ist ausgebildet, bei einem Förderhub des zweiten Pump-

kolbens bis zum Erreichen eines vorgegebenen Drucks in dem Arbeitsraum den Abstand zwischen dem ersten und zweiten Pumpkolben im Wesentlichen unverändert zu lassen und im Sinne eines Konstanthaltens des Drucks in dem Arbeitsraum im Verlauf einer Fortsetzung des Förderhubs den Abstand anzupassen.

Vorteilhafterweise bewirkt das Federelement, dass bei dem Förderhub des zweiten Pumpkolbens bei Erreichen des gewünschten Drucks im Arbeitsraum der erste Pumpkolben im Wesentlichen zum Stillstand kommt und somit keine weitere Menge des Arbeitsmittels in den Arbeitsraum gefördert wird. Bis zum Erreichen des gewünschten Drucks in dem Arbeitsraum bilden der erste Pumpkolben und der zweite Pumpkolben eine Einheit, die im Wesentlichen in gleicher Weise arbeitet wie ein aus dem Stand der Technik bekannter einteiliger Pumpkolben.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt ist der Druck in dem Arbeitsraum mittels des zweiten Pumpkolbens auf einen Wert von maximal circa 250 bar begrenzt.

Gemäß einem dritten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch eine Pumpeneinheit für eine Hochdruckpumpe. Die Pumpeneinheit umfasst ein Pumpengehäuse mit einem Niederdruckeingang und einem Hochdruckausgang. Über den Niederdruckeingang wird einem in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Arbeitsraum ein Arbeitsmedium zugeführt. Über den Hochdruckausgang wird das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum abgeleitet. Die Pumpeneinheit umfasst einen in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Pumpkolbenkanal mit einer Längsachse. Ferner weist die Pumpeneinheit einen Pumpkolben auf, der entlang der Längsachse beweglich in dem Pumpkolbenkanal angeordnet ist und der direkt hydraulisch mit dem Arbeitsraum gekoppelt ist. Die Pumpeneinheit umfasst einen Ausgleichskolben, der direkt hydraulisch

mit dem Arbeitsraum gekoppelt ist und der in einem Ausgleichskolbenkanal entlang einer zweiten Achse, die die Längsachse ist, beweglich angeordnet ist, wobei der Ausgleichskolbenkanal gegenüber dem Pumpkolbenkanal entlang der Längsachse angeordnet ist. Des Weiteren weist die Pumpeneinheit ein Federelement auf, das an einem dem Arbeitsraum abgewandten Ende des Ausgleichskolbens mit diesem mechanisch gekoppelt ist und das ausgebildet ist, abhängig von einer Kraft, die auf das Federelement wirkt, eine Position des Ausgleichskolbens zu beeinflussen. Dies ermöglicht eine sehr flexible Lösung, da das Federelement anstatt in dem Pumpengehäuse in weiteren Komponenten der Hochdruckpumpe, beispielsweise in einem Druckausgleichsgefäß der Hochdruckpumpe, angeordnet werden kann. Beispielsweise ist auch möglich, dass das Federelement und der Ausgleichskolbenkanal mit dem Niederdruckeingang und/oder Hochdruckausgang kombiniert angeordnet werden. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise bereits existierende Hochdruckpumpen und/oder Hochdruckpumpenkonzepte nachträglich mit solch einer Ausgleichsvorrichtung ausgestattet werden können, beispielsweise durch einen Austausch einer Niederdruckeingangsbaugruppe. Vorteilhafterweise bewirkt das Federelement, dass bei dem Förderhub des Pumpkolbens bei Erreichen des gewünschten Drucks im Arbeitsraum der Ausgleichskolben aus dem Arbeitsraum heraus bewegt wird, und so bei der Fortsetzung des Verlaufs des Förderhubs des Pumpkolbens das Volumen des Arbeitsraums im Wesentlichen konstant bleibt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem dritten Aspekt umfasst der Ausgleichskolben ein Einlassventil.

Gemäß einem vierten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch eine Pumpeneinheit für eine Hochdruckpumpe. Die Pumpeneinheit umfasst ein Pumpengehäuse mit einem Niederdruckein-

gang und einem Hochdruckausgang. Über den Niederdruckeingang wird einem in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Arbeitsraum ein Arbeitsmedium zugeführt. Über den Hochdruckausgang wird das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum abgeleitet. Die Pumpeneinheit umfasst einen in dem Pumpengehäuse ausgebildeten Pumpkolbenkanal mit einer Längsachse. Ferner weist die Pumpeneinheit einen Pumpkolben auf, der entlang der Längsachse beweglich in dem Pumpkolbenkanal angeordnet ist und der direkt hydraulisch mit dem Arbeitsraum gekoppelt ist. Die Pumpeneinheit umfasst einen Ausgleichskolben, der direkt hydraulisch mit dem Arbeitsraum gekoppelt ist und der in einem Ausgleichskolbenkanal entlang einer weiteren Achse beweglich angeordnet ist. Des Weiteren weist die Pumpeneinheit ein Federelement auf, das an einem dem Arbeitsraum abgewandten Ende des Ausgleichskolbens mit diesem mechanisch gekoppelt ist und das ausgebildet ist, abhängig von einer Kraft, die auf das Federelement wirkt, eine Position des Ausgleichskolbens zu beeinflussen. Der Ausgleichskolben umfasst ein Einlassventil.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem dritten und vierten Aspekt ist ein Druck in dem Arbeitsraum mittels des Ausgleichskolbens auf einen Wert von maximal circa 250 bar begrenzt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem ersten, zweiten, dritten und vierten Aspekt weist das Federelement eine Federkennlinie mit einem degressiven Verlauf auf. Beispielsweise kann das Federelement eine Tellerfeder aufweisen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem ersten, zweiten, dritten und vierten Aspekt weist das Federelement eine vorgegebene Vorspannung auf.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Pumpeneinheit,

Figur 2 eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der Pumpeneinheit,

Figur 3 eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels der Pumpeneinheit,

Figur 4 eine schematische Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels der Pumpeneinheit,

Figur 5 eine schematische Ansicht eines fünften Ausführungsbeispiels der Pumpeneinheit,

Figur 6 eine schematische Ansicht eines Speichereinspritzsystems mit der Pumpeneinheit,

Figur 7 eine schematische Ansicht der funktionalen Abhängigkeit des Hubs eines Ausgleichskolbens der Pumpeneinheit von einem Druck der Pumpeneinheit, und

Figuren 8a, 8b und 8c Darstellungen des Drucks und der Einspritzmenge der Pumpeneinheit in Abhängigkeit von einer Drehzahl der Pumpeneinheit.

Figur 6 zeigt ein Hydraulikschema eines Speichereinspritzsystems 200 für Brennkraftmaschinen. Das Speichereinspritzsystem 200 hat eine Vorförderpumpe 210 zur Förderung von Kraftstoff

aus einem (nicht dargestellten) Kraftstofftank. Stromabwärts der Vorförderpumpe 210 ist eine Filter- und Dämpfungseinheit 212 angeordnet. Stromabwärts der Vorförderpumpe 210 und der Filter- und Dämpfungseinheit 212 ist weiter eine Hochdruckpumpe 214 mit mindestens einer Pumpeneinheit 10 angeordnet. Die Pumpeneinheit 10 hat ein Einlassventil 216 und ein Auslassventil 218. Das Einlassventil 216 ist vorzugsweise als digitales Einlassventil ausgebildet, mittels der der Volumenstrom eingangs der Pumpeneinheit 10 geregelt wird. Mittels der Hochdruckpumpe 214 wird der Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher 220 gefördert, um von dort zu (nicht dargestellten) Einspritzventilen zu gelangen.

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Pumpeneinheit 10 der Hochdruckpumpe 214. Die Hochdruckpumpe 214 kann beispielsweise als Radialkolbenpumpe ausgebildet sein. Zum Beispiel kann die Hochdruckpumpe 214 zur Kraftstoffversorgung bei einem Hochdruckspeichereinspritzsystem, wie zum Beispiel bei einem Common-Rail-Einspritzsystem, vorgesehen sein.

Die Pumpeneinheit 10 umfasst ein Pumpengehäuse 15 mit einem Niederdruckeingang 17 und einem Hochdruckausgang 19. Um einen Arbeitsraum 20, der in dem Pumpengehäuse 15 angeordnet ist, mit einem Arbeitsmedium, insbesondere einem Fluid, befüllen zu können, weist der Niederdruckeingang 17 beispielsweise eine Zuleitung auf, die vorzugsweise mit dem Arbeitsraum 20 mittels eines Einlassventils hydraulisch gekoppelt ist. Das Einlassventil dient dazu, insbesondere beim Befüllen und Komprimieren des Arbeitsmediums ein Zurückströmen in die Zulaufleitung zu verhindern.

Der Hochdruckausgang 19 weist eine Ablaufleitung und ein vorzugsweise in dieser angeordnetes Auslassventil auf. Das Auslassventil ist beispielsweise als Hochdruckventil ausgebil-

det, das erst ab einem vorgegebenen Fluiddruck in dem Arbeitsraum 20 einen Ausstoß des Arbeitsmediums aus dem Arbeitsraum 20 in die Ablaufleitung ermöglicht. Das Auslassventil verhindert ein Zurückströmen des Arbeitsmediums, beispielsweise aus einem Rail, in die Pumpeneinheit 10.

Die Pumpeneinheit 10 umfasst ferner einen Pumpenkolben 30, der in einem in dem Pumpengehäuse 15 ausgebildeten Pumpkolbenkanal 36 angeordnet ist. Der Pumpkolbenkanal 36 weist eine Längsachse L1 auf entlang der Pumpkolben 30 beweglich angeordnet ist. Der Pumpkolben 30 ist hydraulisch direkt gekoppelt mit dem Arbeitsraum 20.

Während eines Saughubs, das heißt während einer von dem Arbeitsraum 20 weg gerichteten Bewegung des Pumpkolbens 30, wird das Arbeitsmedium, beispielsweise der Kraftstoff, aus der Zulaufleitung über das Einlassventil in den Arbeitsraum 20 gefördert, wobei das Auslassventil geschlossen ist. Während eines Förderhubs, das heißt während einer zu dem Arbeitsraum 20 hin gerichteten Bewegung des Pumpkolbens 30, wird das in dem Arbeitsraum 20 befindliche Arbeitsmedium komprimiert beziehungsweise über das Auslassventil unter hohem Druck an die Ablaufleitung abgegeben, wobei das Einlassventil geschlossen ist.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel der Pumpeneinheit 10 weist die Pumpeneinheit 10 einen Ausgleichskolben 40 auf. Der Ausgleichskolben 40 ist in einem Ausgleichskolbenkanal 45 angeordnet. Der Ausgleichskanal weist eine zweite Achse A2 auf entlang derer der Ausgleichskolben 40 in den Ausgleichskanal beweglich angeordnet ist. Der Ausgleichskolben 40 ist ebenfalls direkt hydraulisch gekoppelt mit dem Arbeitsraum 20. Des Weiteren umfasst die Pumpeneinheit 10 ein Federelement 50. Das Federelement 50 ist an einem von dem Ar-

beitsraum 20 abgewandten ersten Ende des Ausgleichskolbens 40 mit diesem mechanisch gekoppelt. Das Federelement 50 ist ausgebildet, abhängig von einer auf das Federelement 50 wirkenden Kraft eine Position des Ausgleichskolbens 40 zu beeinflussen. Das Federelement 50 kann hierbei beispielsweise eine degressive Federkennlinie aufweisen.

Eine vorteilhafte Auslegung des Ausgleichskolbens 40 und des Federelements 50 bei einem Pumpkolben 30 mit einem Durchmesser von 10 mm und einem Hub von 2 mm ist:

- Durchmesser des Ausgleichskolbens 40: 10 mm
- Maximaler Hub des Ausgleichskolbens 40: 4,2 mm
- Masse des Ausgleichskolbens 40: 8 g
- Federelement 50: Federkonstante 20,3 N/mm, Vorspannung 1900 N

Der Ausgleichskolben 40 beginnt eine Bewegung erst dann, wenn der Druck in dem Arbeitsraum 20 einen vorgegebenen Wert überschreitet. Vorzugsweise ist dieser vorgegebene Druck in dem Arbeitsraum 20 cirka 245 bar. Der Ausgleichskolben 40 beendet seine Bewegung, sobald der Druck in dem Arbeitsraum 20 einen weiteren vorgegebenen Wert überschreitet. Vorzugsweise ist dieser weitere vorgegebene Druck in dem Arbeitsraum 20 cirka 258 bar. Damit kann erreicht werden, dass bei einem Druck in dem Arbeitsraum 20 von cirka 245 bar der Ausgleichskolben 40 die Volumenänderung in dem Arbeitsraum 20 durch den Pumpkolben 30 kompensiert, und so ein weiterer Druckanstieg in dem Arbeitsraum 20 vermieden werden kann. Damit kann der Druck in dem Arbeitsraum 20 mittels des Ausgleichskolbens 40 auf einen Wert von cirka 245 bar begrenzt werden. Dies ist insbesondere gezeigt in Figur 7 mit einer schematische Ansicht der funktionalen Abhängigkeit des Hubs des Ausgleichskolbens 40 der Pumpeneinheit 10 von dem Druck in dem Arbeitsraum 20.

Darüber hinaus sind in den Figuren 8a, 8b und 8c die Druckverläufe am Austritt der Pumpeneinheit 10 (Figur 8a) und im Kraftstoffspeicher 220 (Figur 8b) sowie Injektoreinspritzmengen in Abhängigkeit von einer Drehzahl der Pumpeneinheit 10 (Figur 8c) dargestellt. So ist insbesondere in Figur 8a gezeigt, dass der Druck am Austritt der Pumpeneinheit 10 mittels des Ausgleichskolbens 40 insbesondere bei höheren Drehzahlen (hier ab cirka 4.800) auf einen Wert von cirka 245 bar begrenzt werden kann (siehe Grenze G zwischen dem dunklen und dem helleren Bereich).

Der Ausgleichskolben 40 kann beispielsweise derart in dem Pumpengehäuse 15 angeordnet sein, dass die Längsachse L1 des Pumpkolbenkanals 36 und die zweite Achse A2 einen vorgegebenen Winkel einschließen. Insbesondere kann der Ausgleichskolbenkanal 45 gegenüber dem Pumpkolbenkanal 36 ebenfalls entlang der Längsachse L1 angeordnet sein.

Das Federelement 50 kann beispielsweise in einem weiteren Gefäß 60 der Pumpeneinheit 10 angeordnet sein. In dem Gefäß 60 kann das Federelement 50 derart angeordnet sein, dass das Federelement 50 eine Vorspannung aufweist.

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Pumpeneinheit 10, bei dem das Federelement 50 in einem Druckausgleichsgefäß 60' angeordnet ist. Das Federelement 50 kann hierbei zusätzlich genutzt werden, Druckpulsationen zu dämpfen. Hierzu ist in dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen dem Ausgleichskolben 40 und dem Federelement 50 ein bewegliches Element 70, beispielsweise eine Rollmembran, eingespannt.

Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Pumpeneinheit 10, bei der die Pumpeneinheit 10 eine kombinierte Anordnung des Ausgleichskolbens 40 und dem Einlassventil aufweist. Beispielsweise kann der Ausgleichskolben 40 das Einlassventil umfassen.

Figur 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Pumpeneinheit 10. Im Unterschied zu dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Pumpeneinheit 10 einen ersten Pumpkolben 32 und einen zweiten Pumpkolben 34 auf. Der erste Pumpkolben 32 ist in dem Pumpkolbenkanal 36 entlang der Längsachse L1 beweglich angeordnet und direkt hydraulisch gekoppelt mit dem Arbeitsraum 20. Der zweite Pumpkolben 34 ist ebenfalls in dem Pumpkolbenkanal 36 entlang der Längsachse L1 beweglich angeordnet und ist über das Federelement 50 gekoppelt mit dem ersten Pumpkolben 32, wobei das Federelement 50 ausgebildet ist, abhängig von einem Druck in dem Arbeitsraum 20 einen Abstand zwischen dem ersten 32 und dem zweiten Pumpkolben 34 anzupassen. Das Federelement 50 ist ausgebildet, bei einem Förderhub des zweiten Pumpkolbens 34 bis zum Erreichen eines vorgegebenen Drucks in dem Arbeitsraum 20 den Abstand zwischen dem ersten 32 und zweiten Pumpkolben 34 im Wesentlichen unverändert zu lassen und im Sinne eines Konstanthaltens des Drucks in dem Arbeitsraum 20 im Verlauf einer Fortsetzung des Förderhubs des zweiten Pumpkolbens 34 den Abstand anzupassen. Der erste Pumpkolben 32 weist an einem dem zweiten Pumpkolben 34 zugewandten ersten Ende eine Ausnehmung 90 auf. In der Ausnehmung 90 ist das Federelement 50 angeordnet. Alternativ kann das Federelement außerhalb des ersten Pumpkolbens angeordnet sein. Der zweite Pumpkolben 34 weist an einem dem ersten Pumpkolben 32 zugewandten ersten Ende einen Stößel 80 auf. Der Stößel 80 ist mechanisch gekoppelt mit dem Federelement 50.

Figur 5 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der Pumpeneinheit 10. Im Unterschied zu dem in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der zweite Pumpkolben 34 über ein Ausgleichsvolumen 100 hydraulisch gekoppelt mit dem ersten Pumpkolben 32, wobei das Ausgleichsvolumen 100 hydraulisch gekoppelt ist mit einer Ausgleichseinheit 110, die ausgebildet ist, abhängig von einem Druck in dem Arbeitsraum 20 das Ausgleichsvolumen 100 anzupassen. Die Ausgleichseinheit 110 ist beispielsweise ausgebildet, bei einem Förderhub des Pumpkolbens bis zum Erreichen eines vorgegebenen Drucks in dem Arbeitsraum 20 das Ausgleichsvolumen 100 im Wesentlichen unverändert zu lassen und im Sinne eines Konstanthaltens des Drucks in dem Arbeitsraum 20 im Verlauf einer Fortsetzung des Förderhubs das Ausgleichsvolumen 100 anzupassen.

Die Ausgleichseinheit 110 umfasst beispielsweise eine Ausgleichskammer 120, die in dem Pumpengehäuse 15 angeordnet ist. Vorzugsweise weist die Ausgleichskammer eine Öffnung auf, über die die Ausgleichskammer widerstandsfrei hydraulisch gekoppelt ist mit einem Pumpenzulauf. Des Weiteren umfasst die Ausgleichseinheit 110 ein weiteres Federelement 50', das in der Ausgleichskammer 120 angeordnet ist. Die Ausgleichseinheit 110 umfasst des Weiteren einen Kolben 130, der in der Ausgleichskammer 120 entlang einer dritten Achse beweglich angeordnet ist. Der Kolben ist an einem ersten Ende mechanisch gekoppelt mit dem weiteren Federelement 50' und an einem zweiten Ende direkt hydraulisch gekoppelt mit dem Arbeitsvolumen. Das weitere Federelement 50' kann eine Federkennlinie mit einem degressiven Verlauf aufweisen. Ferner kann das weitere Federelement 50' derart angeordnet und ausgebildet sein, dass es eine vorgegebene Vorspannung aufweist.

Patentansprüche

1. Pumpeneinheit (10) für eine Hochdruckpumpe, umfassend:
 - ein Pumpengehäuse (15), das einen Niederdruckeingang (17) aufweist, über den einem im dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Arbeitsraum (20) ein Arbeitsmedium zugeführt wird, und einen Hochdruckausgang (19), über den das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum (20) abgeleitet wird,
 - einen in dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Pumpkolbenkanal (36) mit einer Längsachse (L1),
 - einen ersten Pumpkolben (32), der in dem Pumpkolbenkanal (36) entlang der Längsachse (L1) beweglich angeordnet ist und der hydraulisch gekoppelt ist mit dem Arbeitsraum (20), und
 - einen zweiten Pumpkolben (34), der in dem Pumpkolbenkanal (36) entlang der Längsachse (L1) beweglich angeordnet ist und der über ein Ausgleichsvolumen (100) hydraulisch gekoppelt ist mit dem ersten Pumpkolben (32), wobei das Ausgleichsvolumen (100) hydraulisch gekoppelt ist mit einer Ausgleichseinheit (110), die ausgebildet ist, abhängig von einem Druck in dem Arbeitsraum (20) das Ausgleichsvolumen (100) anzupassen.

2. Pumpeneinheit (10) nach Anspruch 1, bei der die Ausgleichseinheit (110) ausgebildet ist, bei einem Förderhub des zweiten Pumpkolbens (34) bis zum Erreichen eines vorgegebenen Drucks in dem Arbeitsraum (20) das Ausgleichsvolumen (100) im Wesentlichen unverändert zu lassen und im Sinne eines Konstanthaltens des Drucks in dem Arbeitsraum (20) im Verlauf einer Fortsetzung des Förderhubs das Ausgleichsvolumen (100) anzupassen.

3. Pumpeneinheit (10) für eine Hochdruckpumpe, umfassend:

- ein Pumpengehäuse (15) mit einem Niederdruckeingang (17), über den einem im dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Arbeitsraum (20) ein Arbeitsmedium zugeführt wird, und einem Hochdruckausgang (19), über den das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum (20) abgeleitet wird,
- einen in dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Pumpkolbenkanal (36) mit einer Längsachse (L1)
- einen ersten Pumpkolben (32), der in dem Pumpkolbenkanal (36) entlang der Längsachse (L1) beweglich angeordnet ist und der hydraulisch gekoppelt ist mit dem Arbeitsraum (20), und
- einen zweiten Pumpkolben (34), der in dem Pumpkolbenkanal (36) entlang der Längsachse (L1) beweglich angeordnet ist und der über ein Federelement (50) gekoppelt ist mit dem ersten Pumpkolben (32), wobei das Federelement (50) ausgebildet ist, abhängig von einem Druck in dem Arbeitsraum (20) einen Abstand zwischen dem ersten (32) und zweiten Pumpkolben (34) anzupassen, wobei das Federelement (50) ausgebildet ist, bei einem Förderhub des zweiten Pumpkolbens (34) bis zum Erreichen eines vorgegebenen Drucks in dem Arbeitsraum (20) den Abstand zwischen dem ersten (32) und zweiten Pumpkolben (34) im Wesentlichen unverändert zu lassen und im Sinne eines Konstanthaltens des Drucks in dem Arbeitsraum (20) im Verlauf einer Fortsetzung des Förderhubs den Abstand anzupassen.

4. Pumpeneinheit (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Druck in dem Arbeitsraum (20) mittels des zweiten Pumpkolbens (34) auf einen Wert von maximal circa 250 bar begrenzt ist.

5. Pumpeneinheit (10) für eine Hochdruckpumpe, umfassend:
- ein Pumpengehäuse (15), das einen Niederdruckeingang (17) aufweist, über den einem im dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Arbeitsraum (20) ein Arbeitsmedium zugeführt wird, und einen Hochdruckausgang (19), über den das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum (20) abgeleitet wird,
 - einen in dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeter Pumpkolbenkanal (36) mit einer Längsachse (L1),
 - einen Pumpenkolben, der entlang der Längsachse (L1) beweglich in dem Pumpkolbenkanal (36) angeordnet ist und der direkt hydraulisch mit dem Arbeitsraum (20) gekoppelt ist,
 - einen Ausgleichskolben (40), der direkt hydraulisch mit dem Arbeitsraum (20) gekoppelt ist und der in einem Ausgleichskolbenkanal (45) mit einer zweiten Achse (A2) beweglich angeordnet ist, wobei der Ausgleichskolbenkanal (45) gegenüber dem Pumpkolbenkanal (36) entlang der Längsachse (L1) angeordnet ist, und
 - ein Federelement (50), das an einem dem Arbeitsraum (20) abgewandten Ende des Ausgleichskolbens (40) mit diesem mechanisch gekoppelt ist und ausgebildet ist, abhängig von einer Kraft, die auf das Federelement (50) wirkt, eine Position des Ausgleichskolbens (40) zu beeinflussen.
6. Pumpeinheit nach Anspruch 5, bei der der Ausgleichskolben (40) ein Einlassventil umfasst.
7. Pumpeneinheit (10) für eine Hochdruckpumpe, umfassend:
- ein Pumpengehäuse (15), das einen Niederdruckeingang (17) aufweist, über den einem im dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeten Arbeitsraum (20) ein Arbeitsmedium zugeführt wird, und einen Hochdruckausgang (19), über den

das Arbeitsmedium aus dem Arbeitsraum (20) abgeleitet wird,

- einen in dem Pumpengehäuse (15) ausgebildeter Pumpkolbenkanal (36) mit einer Längsachse (L1),

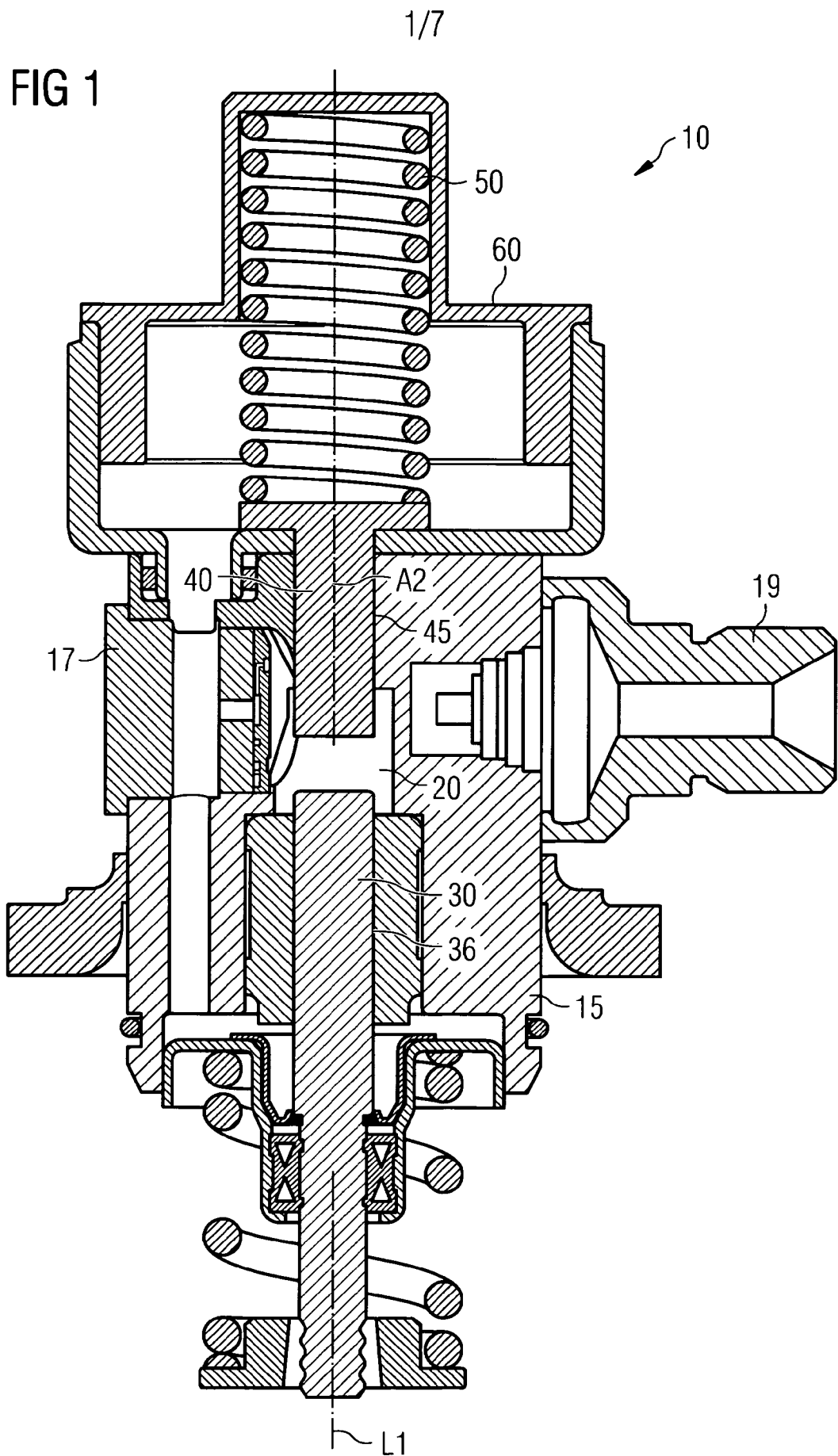
- einen Pumpenkolben, der entlang der Längsachse (L1) beweglich in dem Pumpkolbenkanal (36) angeordnet ist und der direkt hydraulisch mit dem Arbeitsraum (20) gekoppelt ist,

- einen Ausgleichskolben (40), der direkt hydraulisch mit dem Arbeitsraum (20) gekoppelt ist und der in einem Ausgleichskolbenkanal (45) mit einer weiteren Achse (A3) beweglich angeordnet ist, und

- ein Federelement (50), das an einem dem Arbeitsraum (20) abgewandten Ende des Ausgleichskolbens (40) mit diesem mechanisch gekoppelt ist und ausgebildet ist, abhängig von einer Kraft, die auf das Federelement (50) wirkt, eine Position des Ausgleichskolbens (40) zu beeinflussen,

wobei der Ausgleichskolben (40) ein Einlassventil umfasst.

8. Pumpeneinheit (10) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei der ein Druck in dem Arbeitsraum (20) mittels des Ausgleichskolbens (40) auf einen Wert von maximal circa 250 bar begrenzt ist.
9. Pumpeneinheit (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der das Federelement (50) eine Federkennlinie mit einem degressiven Verlauf aufweist.
10. Pumpeneinheit (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche bei der das Federelement (50) eine vorgegebene Vorspannung aufweist.



2/7

FIG 2

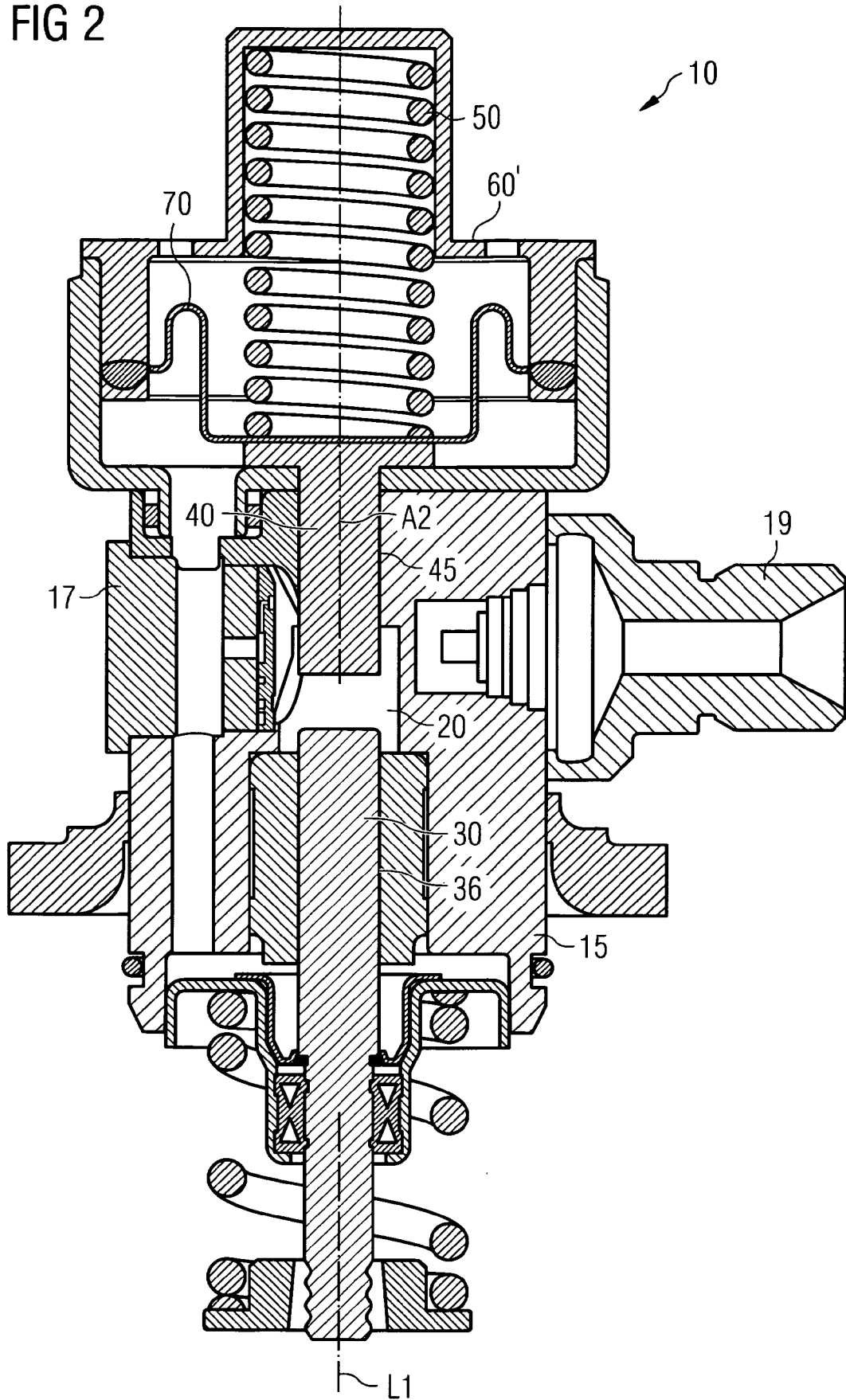


FIG 3

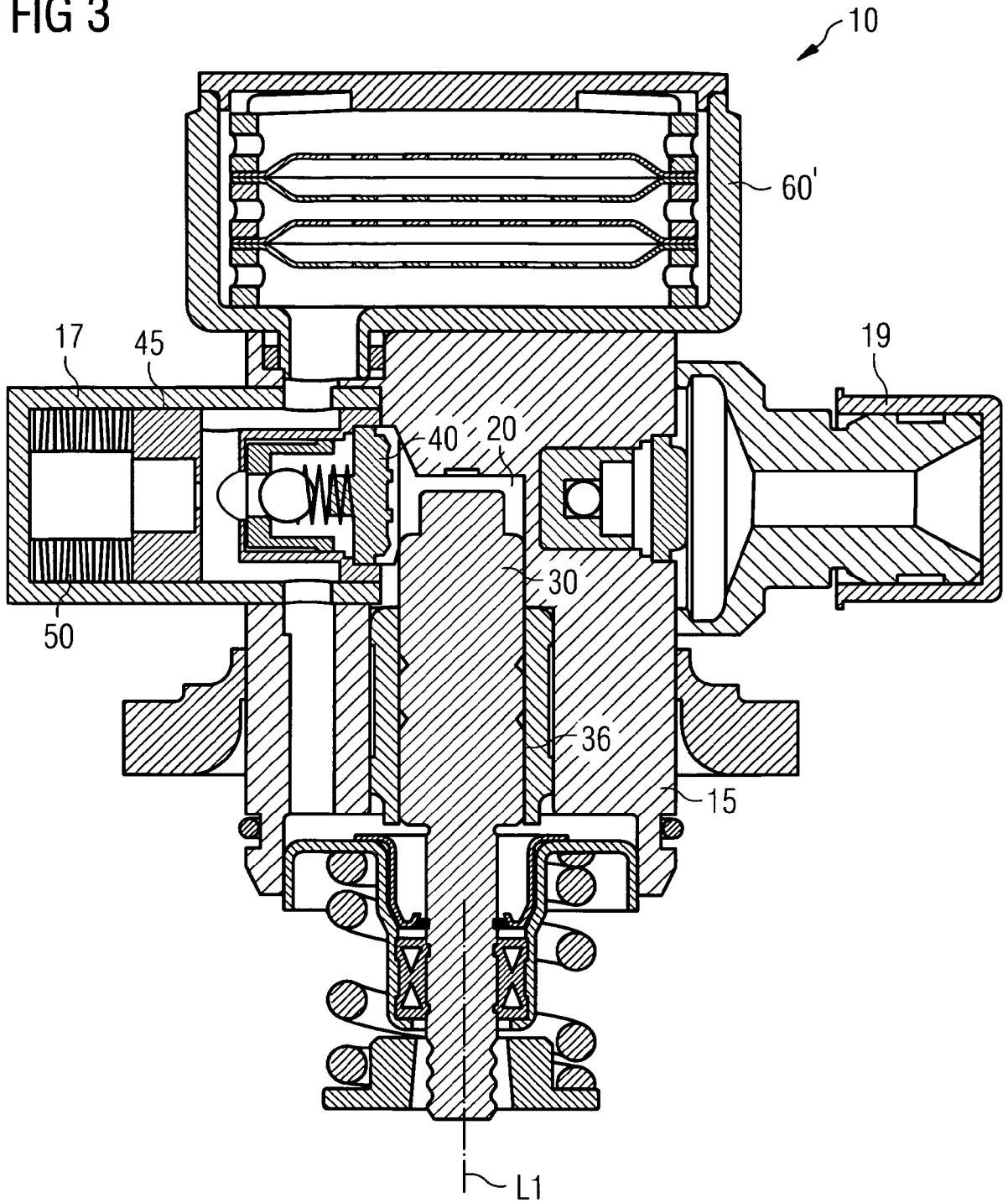
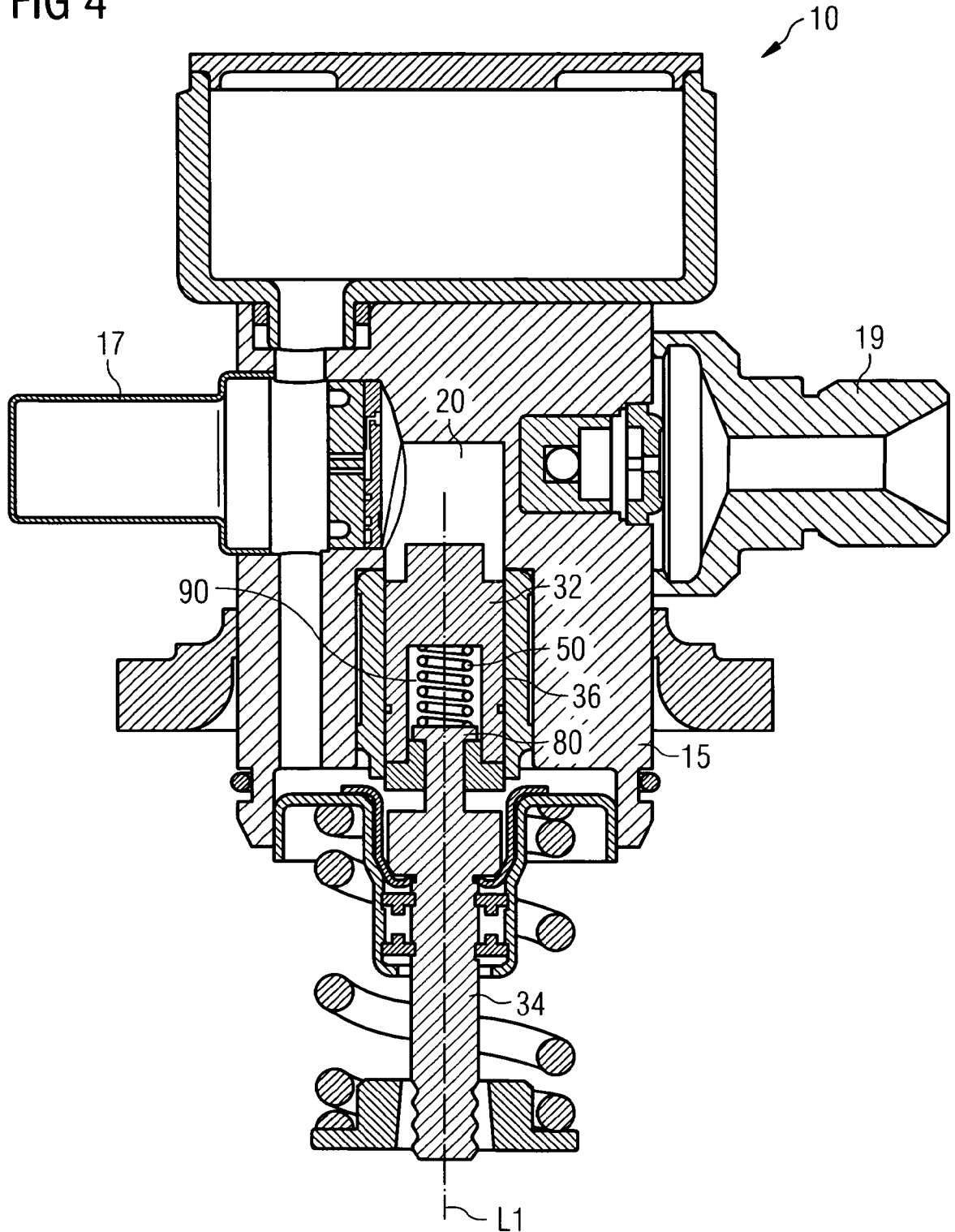


FIG 4



5/7

FIG 5

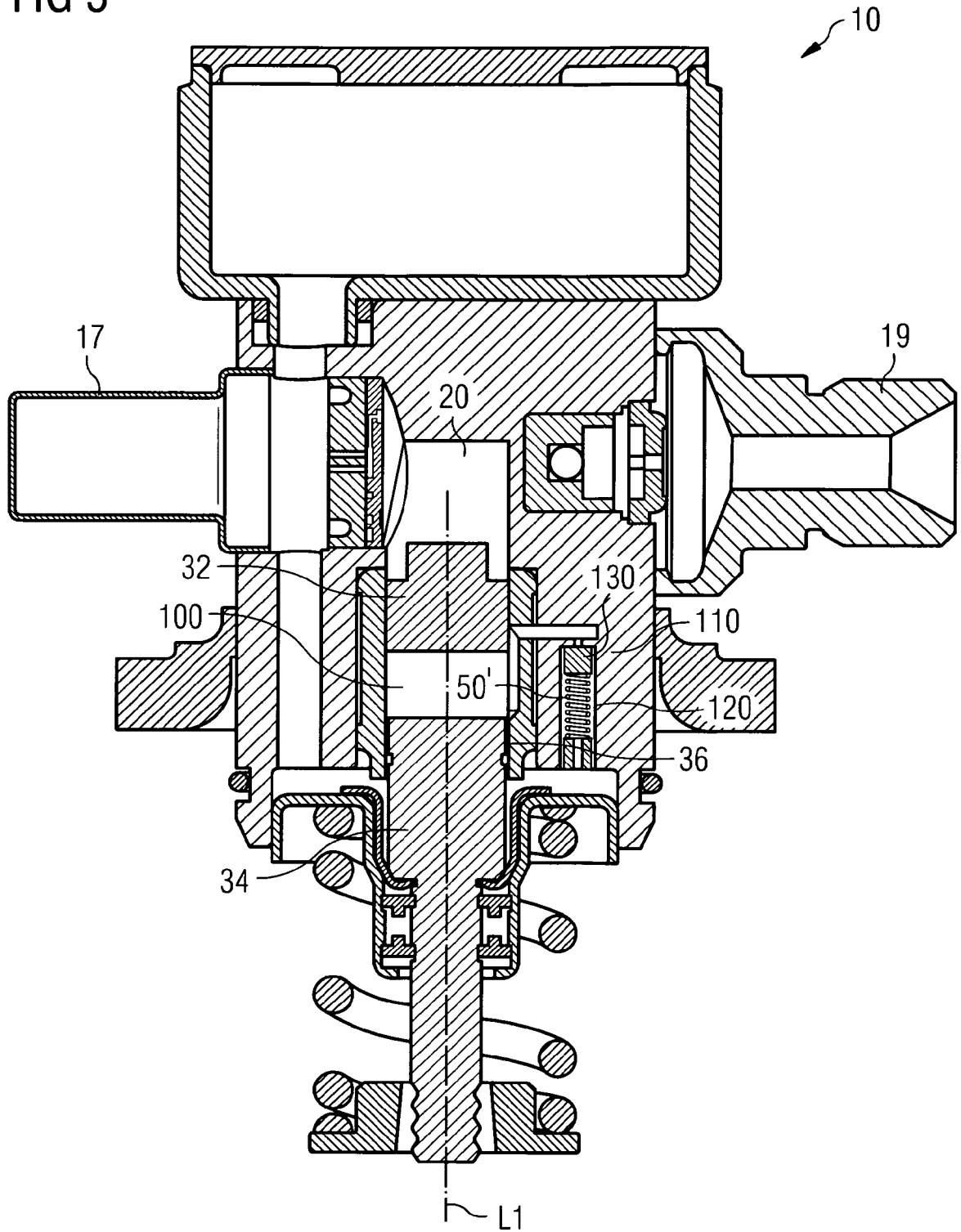


FIG 6

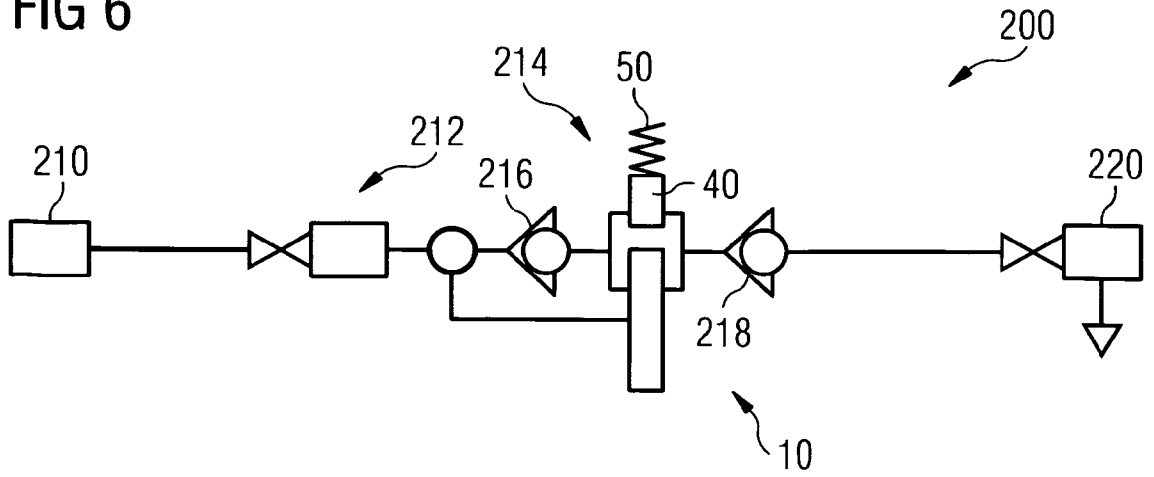


FIG 7

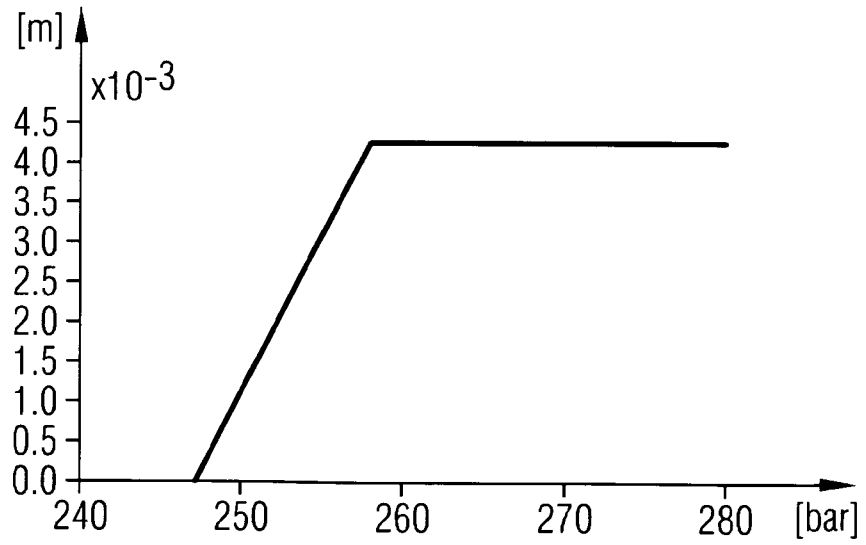


FIG 8A

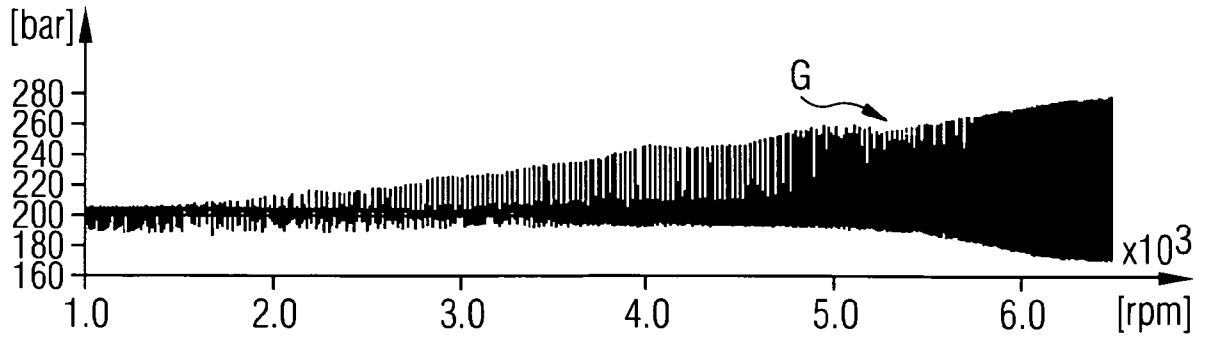


FIG 8B

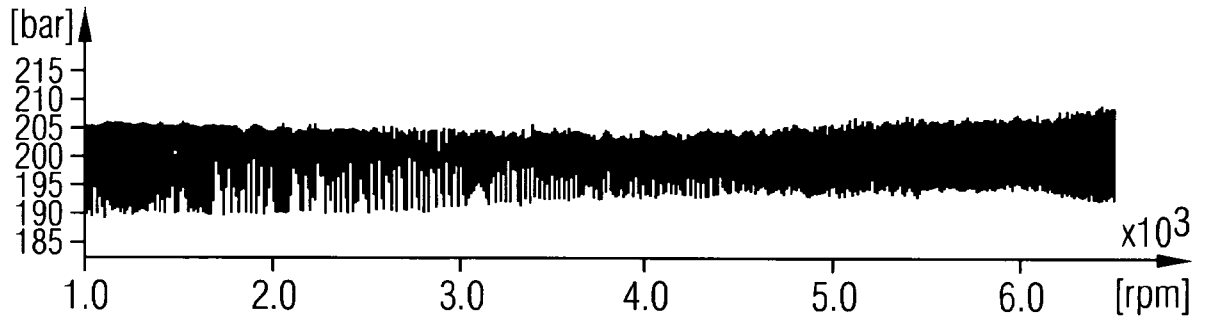


FIG 8C

