

(19)



(11)

**EP 2 376 765 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.08.2015 Patentblatt 2015/32**

(51) Int Cl.:  
**F02M 61/14** <sup>(2006.01)</sup> **F02M 61/16** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02M 63/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **09771734.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2009/065889**

(22) Anmeldetag: **26.11.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2010/066586 (17.06.2010 Gazette 2010/24)**

**(54) ENTKOPPLUNGSELEMENT FÜR EINE BRENNSTOFFEINSPRITZVORRICHTUNG**

DECOUPLING ELEMENT FOR A FUEL INJECTION DEVICE

ÉLÉMENT DE DÉCOUPLAGE POUR UN DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **12.12.2008 DE 102008054591**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.10.2011 Patentblatt 2011/42**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **FISCHER, Michael  
75223 Niefern-Oeschelbronn (DE)**

- **ELSINGER, Andrej  
71254 Ditzingen (DE)**
- **SCHOEFER, Frank-Holger  
71540 Murrhardt (DE)**
- **HEIMGAERTNER, Corren  
435-716 Gunpo-Si (DE)**
- **KLEINDL, Michael  
71701 Schwieberdingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 764 501 WO-A1-2005/021956  
DE-A1-102004 049 277 US-A1- 2007 175 451**

**EP 2 376 765 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Entkopplungselement für eine Brennstoffeinspritzvorrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs (DE-A-10 2004 049 277).

**[0002]** In der Figur 1 ist beispielhaft eine aus dem Stand der Technik bekannte Brennstoffeinspritzvorrichtung gezeigt, bei der an einem in einer Aufnahmebohrung eines Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine eingebauten Brennstoffeinspritzventil ein flaches Zwischenelement vorgesehen ist. In bekannter Weise werden solche Zwischenelemente als Abstützelemente in Form einer Unterlegscheibe auf einer Schulter der Aufnahmebohrung des Zylinderkopfes abgelegt. Mit Hilfe solcher Zwischenelemente werden Fertigungs- und Montagetoleranzen ausgeglichen und eine querkraftfreie Lagerung auch bei leichter Schiefstellung des Brennstoffeinspritzventils sichergestellt. Die Brennstoffeinspritzvorrichtung eignet sich besonders für den Einsatz in Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.

**[0003]** Eine andere Art eines einfachen Zwischenelements für eine Brennstoffeinspritzvorrichtung ist bereits aus der DE 101 08 466 A1 bekannt. Bei dem Zwischenelement handelt es sich um einen Unterlegtring mit einem kreisförmigen Querschnitt, der in einem Bereich, in dem sowohl das Brennstoffeinspritzventil als auch die Wandung der Aufnahmebohrung im Zylinderkopf kegelförmig verlaufen, angeordnet ist und als Ausgleichselement zur Lagerung und Stützung des Brennstoffeinspritzventils dient.

**[0004]** Kompliziertere und in der Herstellung deutlich aufwändigere Zwischenelemente für Brennstoffeinspritzvorrichtungen sind u.a. auch aus den DE 100 27 662 A1, DE 100 38 763 A1 und EP 1 223 337 A1 bekannt. Diese Zwischenelemente zeichnen sich dadurch aus, dass sie allesamt mehrteilig bzw. mehrlagig aufgebaut sind und z.T. Dicht- und Dämpfungsfunktionen übernehmen sollen. Das aus der DE 100 27 662 A1 bekannte Zwischenelement umfasst einen Grund- und Trägerkörper, in dem ein Dichtmittel eingesetzt ist, das von einem Düsenkörper des Brennstoffeinspritzventils durchgriffen wird. Aus der DE 100 38 763 A1 ist ein mehrlagiges Ausgleichselement bekannt, das sich aus zwei starren Ringen und einem sandwichartig dazwischen angeordneten elastischen Zwischenring zusammensetzt. Dieses Ausgleichselement ermöglicht sowohl ein Verkippen des Brennstoffeinspritzventils zur Achse der Aufnahmebohrung über einen relativ großen Winkelbereich als auch ein radiales Verschieben des Brennstoffeinspritzventils aus der Mittelachse der Aufnahmebohrung.

**[0005]** Ein ebenfalls mehrlagiges Zwischenelement ist auch aus der EP 1 223 337 A1 bekannt, wobei dieses Zwischenelement aus mehreren Unterlegscheiben zusammengesetzt ist, die aus einem Dämpfungsmaterial

bestehen. Das Dämpfungsmaterial aus Metall, Gummi oder PTFE ist dabei so gewählt und ausgelegt, dass eine Geräuschkämpfung der durch den Betrieb des Brennstoffeinspritzventils erzeugten Vibrationen und Geräusche ermöglicht wird. Das Zwischenelement muss dazu jedoch vier bis sechs Lagen umfassen, um einen gewünschten Dämpfungseffekt zu erzielen.

**[0006]** Dämpfungselemente in Scheibenform für einen Kraftstoffinjektor, insbesondere einen Injektor zur Einspritzung von Dieseldieselkraftstoff in einem Common-Rail-System sind auch bereits aus der DE 10 2005 057 313 A1 bekannt. Die Dämpfungsscheiben sollen zwischen dem Einspritzventil und der Wandung der Aufnahmebohrung im Zylinderkopf derart eingebracht sein, dass auch bei hohen Anpresskräften eine Dämpfung von Körperschall ermöglicht ist, so dass die Geräuschemissionen reduziert werden. Das ringförmige Dämpfungselement liegt mit einer Ringfläche an der Stützfläche des Zylinderkopfes an und mit einer umlaufenden Wulst an der konischen Stützfläche des Injektors an. Diese Gesamtanordnung hat jedoch den Nachteil, dass die Auflagepunkte des Dämpfungselements am Zylinderkopf und am Injektor in radialer Richtung gesehen recht nahe beieinander liegen und das Dämpfungselement aufgrund seiner Einbausituation recht steif ausgeführt ist. Dies hat zur Folge, dass bei dieser Anordnung immer noch deutlich hörbare Geräuschemissionen vorliegen.

**[0007]** Zur Reduzierung von Geräuschemissionen schlägt die US 6,009,856 A zudem vor, das Brennstoffeinspritzventil mit einer Hülse zu umgeben und den entstehenden Zwischenraum mit einer elastischen, geräuschkämpfenden Masse auszufüllen. Diese Art der Geräuschkämpfung ist allerdings sehr aufwändig, montageunfreundlich und kostspielig.

**[0008]** Aus der EP 1 764 501 A1 ist bereits ein Entkopplungselement für eine Brennstoffeinspritzvorrichtung für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum, bekannt. Die Brennstoffeinspritzvorrichtung umfasst dabei wenigstens ein Brennstoffeinspritzventil und eine Aufnahmebohrung für das Brennstoffeinspritzventil, während das Entkopplungselement zwischen einem Ventilgehäuse des Brennstoffeinspritzventils und einer Unterlegscheibe (washer) in der Aufnahmebohrung eingebracht ist. Zusätzlich zu diesen Maßnahmen mit den Unterlegscheiben im Bereich Clamp/Injektor, Clamp/Zylinder und Clamp/Bolzen kann auch noch ein Entkopplungsmaterial in diesem Bereich vorgesehen sein. Das Entkopplungsmaterial ist dabei als scheibenförmiges Element im oben beschriebenen Bereich eingelegt. Als Materialien für das Entkopplungselement kommen Verbundmaterialien (composite material) wie mit Metallfäden verstärkter Kunststoff auf Basis einer Phenolmatrix in Frage. In jedem Fall ist das Entkopplungsmaterial auf einem Trägerkörper aufgelegt bzw. aufgebracht, der als Unterlegscheibe ausgeformt ist und einen steifen Körper bildet, der wiederum im Auflagebereich an einer Stufe der Aufnahmebohrung als Wi-

derlager für das Entkopplungselement aus dem Entkopplungsmaterial dient.

#### Vorteile der Erfindung

**[0009]** Das erfindungsgemäße Entkopplungselement für eine Brennstoffeinspritzvorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass in sehr einfacher Bauweise eine verbesserte Geräuschminderung durch Entkopplung bzw. Isolation erreicht wird. Erfindungsgemäß ist die Federsteifigkeit des Entkopplungselements derart niedrig gewählt und ist das Entkopplungselement so zwischen dem Ventilgehäuse des Brennstoffeinspritzventils und der Wandung der Aufnahmebohrung platziert, dass die Entkoppelresonanz  $f_R$  im Frequenzbereich unter 2,5 kHz liegt. Auf diese Weise ergeben sich beim Einbau des Entkopplungselements in einer Brennstoffeinspritzvorrichtung mit Injektoren für eine Kraftstoffdirekteinspritzung, insbesondere mit piezoaktorbetriebenen Injektoren mehrere positive und vorteilhafte Aspekte. Die niedrige Steifigkeit des Entkopplungselements ermöglicht eine effektive Entkopplung des Brennstoffeinspritzventils vom Zylinderkopf und verringert dadurch im geräuschkritischen Betrieb deutlich die in den Zylinderkopf eingeleitete Körperschalleistung und damit das vom Zylinderkopf abgestrahlte Geräusch.

**[0010]** Dazu ist es von Vorteil, dass die Aufnahmebohrung für das Brennstoffeinspritzventil in einem Zylinderkopf ausgebildet ist und die Aufnahmebohrung eine Schulter besitzt, die senkrecht zur Erstreckung der Aufnahmebohrung verläuft und auf der das Entkopplungselement mit seinem radial äußeren Auflagebereich teilweise aufliegt und das Brennstoffeinspritzventil wiederum mit einer senkrecht zur Ventillängsachse verlaufenden Außenkontur des Ventilgehäuses an dem radial inneren Auflagebereich des Entkopplungselements anliegt.

**[0011]** In vorteilhafter Weise ist das Entkopplungselement ringscheibenförmig und insgesamt napf- bzw. tellerförmig ausgebildet. Der Querschnitt des Entkopplungselements hat dabei eine S-förmige Kontur mit zwei Radien zu den Auflagebereichen hin. Der Einbau kann beiden Ausrichtungen des Entkopplungselements erfolgen, also napfförmig mit dem Boden nach unten oder invers napfförmig mit dem Boden nach oben.

**[0012]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Brennstoffeinspritzvorrichtung möglich.

**[0013]** Besonders vorteilhaft ist es, das Entkopplungselement so auszubilden, dass die beiden Auflagebereiche des Entkopplungselements im radial äußeren und radial inneren Randbereich derart weitestmöglich voneinander beabstandet gewählt sind, dass ein maximal möglicher Hebelarm entsteht.

**[0014]** Je nach Einsatz in einem Wechseldrucksystem oder in einem Konstantdrucksystem ist das Entkopp-

lungselement in besonders vorteilhafter Weise mit einer nicht-linearen progressiven Federkennlinie oder mit einer nicht-linearen degressiven Federkennlinie ausgelegt.

5

#### Zeichnung

**[0015]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

10

Figur 1 eine teilweise dargestellte Brennstoffeinspritzvorrichtung in einer bekannten Ausführung mit einem scheibenförmigen Zwischenelement,

15

Figur 2 ein mechanisches Ersatzschaltbild der Abstützung des Brennstoffeinspritzventils im Zylinderkopf bei der Kraftstoffdirekteinspritzung, das ein gewöhnliches Feder-Masse-Dämpfer-System wiedergibt,

20

Figur 3 das Übertragungsverhalten eines in Figur 2 gezeigten Feder-Masse-Dämpfer-Systems mit einer Verstärkung bei niedrigen Frequenzen im Bereich der Resonanzfrequenz  $f_R$  und einem Isolationsbereich oberhalb der Entkoppelfrequenz  $f_E$ ,

25

Figur 4 eine teilweise dargestellte Brennstoffeinspritzvorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Entkopplungselement,

30

Figur 5 einen Querschnitt durch eine erste Ausführung eines erfindungsgemäßen Entkopplungselements gemäß Figur 4,

Figur 6 einen Querschnitt durch eine zweite Ausführung eines erfindungsgemäßen Entkopplungselements in einer zweiteiligen Lösung,

35

Figur 7 eine dritte Ausführung eines erfindungsgemäßen Entkopplungselements in einer Draufsicht,

Figur 8 einen Querschnitt durch das erfindungsgemäße Entkopplungselement entlang der Linie VIII-VIII in Figur 7,

40

Figur 9 eine vierte Ausführung eines erfindungsgemäßen Entkopplungselements in einer Draufsicht,

45

Figur 10 einen Querschnitt durch das erfindungsgemäße Entkopplungselement entlang der Linie X-X in Figur 9,

Figur 11 eine teilweise dargestellte Brennstoffeinspritzvorrichtung mit einem fünften erfindungsgemäßen Entkopplungselement,

50

Figur 12 eine teilweise dargestellte Brennstoffeinspritzvorrichtung mit einem sechsten erfindungsgemäßen Entkopplungselement,

Figur 13 eine nicht-lineare, progressive Federkennlinie für ein erfindungsgemäßes Entkopplungselement, das in einem Wechseldrucksystem zum Einsatz kommen kann und

55

Figur 14 eine nicht-lineare, degressive Federkennli-

nie für ein erfindungsgemäßes Entkoppelungselement, das in einem Konstantdrucksystem zum Einsatz kommen kann.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0016]** Zum Verständnis der Erfindung wird im Folgenden anhand der Figur 1 eine bekannte Ausführungsform einer Brennstoffeinspritzvorrichtung näher beschrieben. In der Figur 1 ist als ein Ausführungsbeispiel ein Ventil in der Form eines Einspritzventils 1 für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen in einer Seitenansicht dargestellt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist Teil der Brennstoffeinspritzvorrichtung. Mit einem stromabwärtigen Ende ist das Brennstoffeinspritzventil 1, das in Form eines direkt einspritzenden Einspritzventils zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum 25 der Brennkraftmaschine ausgeführt ist, in eine Aufnahmebohrung 20 eines Zylinderkopfes 9 eingebaut. Ein Dichtring 2, insbesondere aus Teflon®, sorgt für eine optimale Abdichtung des Brennstoffeinspritzventils 1 gegenüber der Wandung der Aufnahmebohrung 20 des Zylinderkopfes 9.

**[0017]** Zwischen einem Absatz 21 eines Ventilgehäuses 22 (nicht gezeigt) oder einer unteren Stirnseite 21 eines Abstützelements 19 (Figur 1) und einer z.B. rechtwinklig zur Längserstreckung der Aufnahmebohrung 20 verlaufenden Schulter 23 der Aufnahmebohrung 20 ist ein flaches Zwischenelement 24 eingelegt, das in Form einer Unterlegscheibe ausgeführt ist. Mit Hilfe eines solchen Zwischenelements 24 bzw. zusammen mit einem steifen Abstützelement 19, das z.B. zum Brennstoffeinspritzventil 1 hin nach innen eine gewölbte Berührungsfläche besitzt, werden Fertigungs- und Montagetoleranzen ausgeglichen und eine querkraftfreie Lagerung auch bei leichter Schiefstellung des Brennstoffeinspritzventils 1 sichergestellt.

**[0018]** Das Brennstoffeinspritzventil 1 weist an seinem zulaufseitigen Ende 3 eine Steckverbindung zu einer Brennstoffverteilerleitung (Fuel Rail) 4 auf, die durch einen Dichtring 5 zwischen einem Anschlussstutzen 6 der Brennstoffverteilerleitung 4, der im Schnitt dargestellt ist, und einem Zulaufstutzen 7 des Brennstoffeinspritzventils 1 abgedichtet ist. Das Brennstoffeinspritzventil 1 ist in eine Aufnahmeöffnung 12 des Anschlussstutzens 6 der Brennstoffverteilerleitung 4 eingeschoben. Der Anschlussstutzen 6 geht dabei z.B. einteilig aus der eigentlichen Brennstoffverteilerleitung 4 hervor und besitzt stromaufwärts der Aufnahmeöffnung 12 eine durchmesserkleinere Strömungsöffnung 15, über die die Anströmung des Brennstoffeinspritzventils 1 erfolgt. Das Brennstoffeinspritzventil 1 verfügt über einen elektrischen Anschlussstecker 8 für die elektrische Kontaktierung zur Betätigung des Brennstoffeinspritzventils 1.

**[0019]** Um das Brennstoffeinspritzventil 1 und die Brennstoffverteilerleitung 4 weitgehend radiallykraftfrei voneinander zu beabstanden und das Brennstoffein-

spritzventil 1 sicher in der Aufnahmebohrung des Zylinderkopfes niederzuhalten, ist ein Niederhalter 10 zwischen dem Brennstoffeinspritzventil 1 und dem Anschlussstutzen 6 vorgesehen. Der Niederhalter 10 ist als bügelförmiges Bauteil ausgeführt, z.B. als Stanz-Biege-Teil. Der Niederhalter 10 weist ein teiltringförmiges Grundelement 11 auf, von dem aus abgebogen ein Niederhalterbügel 13 verläuft, der an einer stromabwärtigen Endfläche 14 des Anschlussstutzens 6 an der Brennstoffverteilerleitung 4 im eingebauten Zustand anliegt.

**[0020]** Aufgabe der Erfindung ist es, gegenüber den bekannten Zwischenelemente- und Dämpfungsscheibenlösungen auf einfache Art und Weise eine verbesserte Geräuschminderung, vor allen Dingen im geräuschkritischen Leerlaufbetrieb aber auch in Konstantdrucksystemen bei Systemdruck, durch eine gezielte Auslegung und Geometrie des Zwischenelements 24 zu erreichen. Die maßgebliche Geräuschquelle des Brennstoffeinspritzventils 1 bei der direkten Hochdruckeinspritzung sind die während des Ventilbetriebs in den Zylinderkopf 9 eingeleiteten Kräfte (Körperschall), die zu einer strukturellen Anregung des Zylinderkopfs 9 führen und von diesem als Luftschall abgestrahlt werden. Um eine Geräuschverbesserung zu erreichen, ist daher eine Minimierung der in den Zylinderkopf 9 eingeleiteten Kräfte anzustreben. Neben der Verringerung der durch die Einspritzung verursachten Kräfte kann dies durch eine Beeinflussung des Übertragungsverhaltens zwischen dem Brennstoffeinspritzventil 1 und dem Zylinderkopf 9 erreicht werden.

**[0021]** Im mechanischen Sinne kann die Lagerung des Brennstoffeinspritzventils 1 auf dem passiven Zwischenelement 24 in der Aufnahmebohrung 20 des Zylinderkopfes 9 als ein gewöhnliches Feder-Masse-Dämpfer-System abgebildet werden, wie dies in Figur 2 dargestellt ist. Die Masse M des Zylinderkopfs 9 kann dabei gegenüber der Masse m des Brennstoffeinspritzventils 1 in erster Näherung als unendlich groß angenommen werden. Das Übertragungsverhalten eines solchen Systems zeichnet sich durch eine Verstärkung bei niedrigen Frequenzen im Bereich der Resonanzfrequenz  $f_R$  (Entkoppelresonanz) und einen Isolationsbereich oberhalb der Entkoppelfrequenz  $f_E$  aus (siehe Figur 3).

**[0022]** Ausgehend von diesem sich aus dem Feder-Masse-Dämpfer-System ergebenden Übertragungsverhalten ergeben sich zur Geräuschminderung mehrere Möglichkeiten:

1. Verschiebung der Eigenfrequenz zu kleineren Frequenzen, so dass der Isolationsbereich einen möglichst großen Teil des hörbaren Frequenzspektrums umfasst. Dies kann über eine niedrigere Steifigkeit c des Zwischenelements 24 erreicht werden.
2. Erhöhung der Dämpfungseigenschaften (z.B. Reibung) des Zwischenelements 24, um eine Abschwächung der Verstärkung bei niedrigen Frequenzen zu erreichen. Mit höheren Dämpfungseigenschaften verringert sich jedoch ebenso die Iso-

lationswirkung in den höheren Frequenzbereichen.

3. Eine Kombination der beiden vorgenannten Möglichkeiten.

**[0023]** Ziel der Erfindung ist die Auslegung eines Zwischenelementes 24 unter der vorrangigen Verwendung der elastischen Isolation (Entkopplung) zur Geräuschminderung. Die Erfindung umfasst dabei zum einen die Definition und Auslegung einer geeigneten Federkennlinie unter Berücksichtigung der typischen Anforderungen und Randbedingungen bei der Kraftstoffdirekteinspritzung und zum anderen die Auslegung eines Zwischenelementes 24, welches in der Lage ist, die Charakteristik der so definierten Federkennlinie abzubilden und über eine Wahl einfacher geometrischer Parameter an die spezifischen Randbedingungen des Einspritzsystems angepasst werden kann. Zu den Federkennlinien wird anhand der Figuren 13 und 14 Bezug genommen.

**[0024]** Die Entkopplung des Brennstoffeinspritzventils 1 vom Zylinderkopf 9 mit Hilfe einer geringen Federsteifigkeit  $c$  des Zwischenelements 24, das im Folgenden als Entkopplungselement 240 bezeichnet wird, wird neben dem geringen Bauraum durch eine Einschränkung der zulässigen Maximalbewegung des Brennstoffeinspritzventils 1 während des Motorbetriebs erschwert.

**[0025]** Im Betrieb von Brennstoffeinspritzventilen zur Kraftstoffeinspritzung in Verbrennungsmotoren entstehen an der Schnittstelle zur Einbauumgebung dieser Einspritzventile prinzipbedingt Wechselkräfte über einen breiten Frequenzbereich. Diese Wechselkräfte regen die Umgebung zu Schwingungen an, die wiederum als Geräusch abgestrahlt und wahrgenommen werden können. Zur Vermeidung dieser oftmals als störend wahrgenommenen Geräusche werden heute Dämpfungselemente zur Schwingungsdämpfung (Energiedissipation) beschrieben (siehe Abschnitt "Stand der Technik") und auch eingesetzt. Diese Dämpfungselemente sind dabei darüber hinaus häufig aus verschiedenen Materialien und Einzelteilen zusammengesetzt.

**[0026]** Dämpfungselemente der bekannten Art zielen jedoch auf eine Reduktion des Krafteintrags durch breitbandige Energiedissipation z.B. durch Mikroschlupf oder Materialdämpfung im Inneren des Dämpfungselementes. Der Kraftschluss zwischen dem Brennstoffeinspritzventil und der Umgebung kann dabei aber nur begrenzt reduziert werden. Dämpfungsmechanismen sind proportional der Verschiebung bzw. Geschwindigkeit über dem Dämpfungselement, für deren Entstehung eine Kraft vorhanden sein muss, die damit über das Dämpfungselement in die Struktur eingeleitet wird.

**[0027]** Mithilfe eines erfindungsgemäßen Entkopplungselementes 240 kann dagegen über einen großen Frequenzbereich oberhalb der Entkoppelresonanz  $f_R$  der Kraftfluss vom Brennstoffeinspritzventil 1 weitgehend unterbunden werden. Die Entkoppelresonanz  $f_R$  kann dabei in einen Frequenzbereich verschoben werden, in der die resonante Verstärkung durch andere Motorgeräuschanteile weitgehend maskiert wird (Figur 3).

**[0028]** Erfindungsgemäß zeichnet sich das Entkopplungselement 240 dadurch aus, dass es zur Reduzierung des Kraftflusses zwischen dem Brennstoffeinspritzventil 1 und seiner Einbauumgebung mit dem Ziel der Reduktion unerwünschter Geräuschanregung in der umgebenden Struktur dient. Bei den im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen der Entkopplungselemente 240 sind die jeweils vorteilhafte Ausprägung der Federcharakteristik bei der Geometriegestaltung und Materialwahl des Entkopplungselementes 240 einbezogen, d.h. progressives Verhalten bei Konstantdrucksystemen und degresives Verhalten bei Wechseldrucksystemen.

**[0029]** Das Entkopplungselement 240 in seiner Ausbildung und Einbausituation zielt dabei also primär auf den Effekt der Schwingungsentkopplung und nicht den der Schwingungsdämpfung. Das Entkopplungselement 240 wird hinsichtlich seiner Steifigkeitseigenschaften ausgelegt und nicht wie bei bekannten Dämpfungsscheiben hinsichtlich des Dämpfungsverhaltens. Dämpfung, z.B. in Form von Kunststoff- oder Elastomerschichten, kann jedoch ergänzend zur Beherrschung der Entkoppelresonanz  $f_R$  eingesetzt werden.

**[0030]** In der Figur 4 ist eine teilweise dargestellte Brennstoffeinspritzvorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Entkopplungselement 240 gezeigt, während in Figur 5 ein Querschnitt durch eine erste Ausführung des Entkopplungselementes 240 gemäß Figur 4 gezeigt ist. Bei dieser Ausführung der Brennstoffeinspritzvorrichtung handelt es sich um ein System für die Benzindirekteinspritzung mit Brennstoffeinspritzventilen 1, die mit Piezoaktoren betrieben und z.B. in einem Konstantdrucksystem eingesetzt werden. Das Entkopplungselement 240 ist in vorteilhafter Weise als metallische Lochscheibe ausgeführt, die insofern ringförmig verläuft. Ein metallischer Werkstoff bietet sich auch insofern an, dass dieser mit kostengünstigen Fertigungsverfahren (z.B. Drehen, Tiefziehen) bearbeitbar ist, um die gewünschten Geometrien des Entkopplungselementes 240 maßhaltig herstellen zu können.

**[0031]** Die Federsteifigkeit des Entkopplungselementes 240 ist im Verhältnis zur Masse des Brennstoffeinspritzventils 1, die bei ca. 250g liegt, niedrig gewählt (20 - 40 kN/mm). Damit können bei der Benzindirekteinspritzung dieses Typs auftretende störende Geräusche, die typischerweise in einem Frequenzbereich von 2,5 - 14 kHz liegen, gezielt breitbandig entkoppelt werden. Die Entkoppelresonanz  $f_R$  liegt dabei im Frequenzbereich unter 2,5 kHz, wo sie von Verbrennungs- und Motorgeräuschen maskiert und nicht störend wahrgenommen wird.

**[0032]** Die geringe Federsteifigkeit des Entkopplungselementes 240 wird durch mehrere gezielte Maßnahmen erreicht. Das Entkopplungselement 240 besitzt im eingebauten Zustand zwei Auflagebereiche 30, 31, einen radial äußeren Auflagebereich 30 und einen radial inneren Auflagebereich 31. Mit dem äußeren Auflagebereich 30 liegt das Entkopplungselement 240 ringförmig auf der z.B. senkrecht zur Ventillängsachse verlaufenden Schul-

ter 23 der Aufnahmebohrung 20 im Zylinderkopf 9 auf. Mit dem inneren Auflagebereich 31 untergreift das Entkopplungselement 240 das Brennstoffeinspritzventil 1 ringförmig in einem Bereich, in dem das Ventilgehäuse 22 z.B. auch eine zur Ventillängsachse senkrecht verlaufende Außenkontur besitzt, so dass das Brennstoffeinspritzventil 1 an dem inneren Randbereich des Entkopplungselements 240 anliegt. Die Anordnung der beiden Auflagebereiche 30, 31 des Entkopplungselements 240 ist so gewählt, dass der maximal mögliche Hebelarm entsteht. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind diese Auflagebereiche 30, 31 insofern in die jeweils weitestmöglichen Randbereiche am Außendurchmesser und am Innendurchmesser des Entkopplungselements 240 gelegt.

**[0033]** Der Querschnitt des Entkopplungselements 240 hat eine S-förmige Kontur mit zwei großen Radien R1, R2 zum äußeren und inneren Auflagebereich 30, 31 hin, deren gemeinsamer Schenkel tangential ineinander übergeht. Insgesamt weist das Entkopplungselement 240 damit eine napf- bzw. tellerförmige Gestalt auf. Mit dieser Ausgestaltung wird der in der Aufnahmebohrung 20 des Zylinderkopfes 9 typischerweise nur geringe Bau- raum ebenfalls zugunsten eines möglichst langen Hebelarmes optimal genutzt. Die beiden Radien R1, R2 dieser Kontur sind in ihrer Größe und ihrem Verhältnis zu- einander so gewählt, dass eine möglichst günstige Span- nungsverteilung im Material entsteht und die vorgegebe- ne Steifigkeitscharakteristik optimal erfüllt wird. Im vor- liegenden Fall sind dies z.B. ein oberer Radius R1 von 2 mm und ein unterer Radius R2 von 2,5 mm.

**[0034]** Mit der napfförmigen Ausgestaltung des Ent- kopplungselements 240 ist es ermöglicht, für die Festig- keit des Entkopplungselements 240 ausreichende Ma- terialstärken verwenden zu können, und dies bei einer zugleich geringen Gesamt-Federsteifigkeit des Entkopp- lungselements 240. Bei einem metallischen Werkstoff kann dabei eine Materialstärke in der Größenordnung von 0,5 mm geeignet sein. Die Dicke des Materials kann aber auch an einem Entkopplungselement 240 zuguns- ten einer optimierten Steifigkeitscharakteristik über seine radiale Erstreckung variiert werden.

**[0035]** In der Figur 6 ist ein Querschnitt durch eine zweite Ausführung eines erfindungsgemäßen Entkopp- lungselements 240 in einer zweiteiligen Lösung gezeigt. Auch dieses Entkopplungselement 240 weist wiederum eine napfförmige Gestalt auf. Diese Ausführungsvariante berücksichtigt Montageanforderungen, bei denen es zu einer verstärkten Schiefstellung des Brennstoffeinspritz- ventils 1 kommen kann. Das Entkopplungselement 240 wird deshalb in zwei ineinander liegende Teilelemente 34, 35 aufgeteilt. Während das radial äußere und damit obere Teilelement 34 den radial äußeren Auflagebereich 30 aufweist und mit dem Radius R1 nach außen gebogen verläuft, ist das radial innere und damit untere Teilele- ment 35 mit dem radial inneren Auflagebereich 31 ver- sehen und mit dem Radius R2 nach innen eingebogen. Das innere Teilelement 35 ist in das äußere Teilelement

34 eingelegt. Gemeinsam lassen die Teilelemente 34, 35 des Entkopplungselements 240 eine leichte Verschie- bung zur Kompensation einer Schiefstellung zu, folgen aber in ihrem Gesamtverhalten dem gewünschten Aus- legungsziel.

**[0036]** Eine dritte Ausführung eines erfindungsgemä- ßen Entkopplungselements 240 ist in einer Draufsicht in Figur 7 dargestellt. Figur 8 zeigt einen Querschnitt durch das erfindungsgemäße Entkopplungselement 240 ent- lang der Linie VIII-VIII in Figur 7. Diese Ausführungs- variante des Entkopplungselements 240 zeichnet sich da- durch aus, dass der radial innere Auflagebereich 31 ge- genüber den vorher beschriebenen Lösungen verändert ist. Anstelle eines ringförmig umlaufenden Auflagebe- reichs 31 am Entkopplungselement 240 sind mehrere voneinander beabstandete Auflagestellen 31a, 31b, 31c vorgesehen, die bei einer Anzahl von drei Auflagestellen 31a, 31b, 31c z.B. in einem Abstand von 120° verteilt angeordnet sind. Auch eine solche Ausführungsvariante berücksichtigt die Möglichkeit einer Schiefstellung des Brennstoffeinspritzventils 1 durch die an dem Entkopp- lungselement 240 ausgeformten kugelförmigen Auflage- stellen 31a, 31b, 31c, innerhalb derer sich das Brenn- stoffeinspritzventil 1 ausrichten kann.

**[0037]** Eine vierte Ausführung eines erfindungsgemä- ßen Entkopplungselements 240 ist in einer Draufsicht in Figur 9 dargestellt. Figur 10 zeigt einen Querschnitt durch das erfindungsgemäße Entkopplungselement 240 ent- lang der Linie X-X in Figur 9. Diese weitere Ausführungs- variante fängt eine mögliche Schiefstellung des Brenn- stoffeinspritzventils 1 durch eine lokale Schwächung des inneren Auflagebereichs 31 auf. Diese lokale Schwä- chung des radial inneren Auflagebereichs 31 wird z.B. durch radial verlaufende Schlitze 37 erzielt, die vom In- nendurchmesser des Entkopplungselements 240 aus- gehen und z.B. bis zum inneren Radius R2 verlaufen. Typischerweise können diese Schlitze 37 oder auch an- dere die Steifigkeit reduzierende Öffnungen in einer An- zahl von drei bis zwanzig vorgesehen sein.

**[0038]** In den Figuren 11 und 12 sind zwei weitere Brennstoffeinspritzvorrichtungen teilweise dargestellt, die mit einem fünften erfindungsgemäßen bzw. sechsten Entkopplungselement 240 versehen sind. Das in der Fi- gur 11 gezeigte Entkopplungselement 240 unterscheidet sich insbesondere von dem in den Figuren 4 und 5 ge- zeigten Entkopplungselement 240 durch seine inverse Auswölbung nach oben. Das Entkopplungselement 240 ist wiederum napf- bzw. tellerförmig ausgestaltet, jedoch in einer umgekehrten Lage eingebaut, d.h. der radial äu- ßere Auflagebereich 30 an der Schulter 23 des Zylinder- kopfes 9 liegt tiefer als der radial innere Auflagebereich 31 am Ventilgehäuse 22 des Brennstoffeinspritzventils 1.

**[0039]** Das nicht erfindungsgemäße Ausführungs- beispiel der Figur 12 zeigt an, dass das Entkopplungsele- ment 240 auch in der Form einer ebenen Scheibe aus- geführt sein kann. Für beide in den Figuren 11 und 12 gezeigten Ausführungsvarianten von Entkopplungsele- menten 240 gelten jedoch die zuvor ausführlich beschrie-

benen Anforderungen an die Federsteifigkeit und den erforderlichen Abstand der Auflagebereiche 30, 31 voneinander. Entsprechend der gewünschten Steifigkeitsscharakteristik kann auch hier die Materialstärke über die radiale Ausdehnung des Entkopplungselements 240 variieren.

**[0040]** Anhand der Diagramme der Figuren 13 und 14 soll nochmals verdeutlicht werden, wie durch eine gezielte Nichtlinearität der Entkoppelsteifigkeit des Entkopplungselements 240 eine vorteilhafte Entkopplung von Brennstoffeinspritzventilen 1 in Kraftstoffsystemen erreicht werden kann. In einigen Systemen wird der Kraftstoffdruck konstant hoch gehalten (Konstantdrucksystem), in anderen Systemen wird der Systemdruck last- oder drehzahlabhängig variiert (Wechseldrucksysteme) - typischerweise erfolgt bei letzteren bei Leerlauf eine Absenkung des Kraftstoffdrucks.

**[0041]** Der Kraftstoffdruck wirkt als statische hydraulische Kraft auf das Brennstoffeinspritzventil und beansprucht das Entkopplungselement 240 mit einer konstanten Vorlast und damit Verschiebung. Im linearen Fall ist diese der Kraft proportional. Im Hinblick auf Dichtheit und Verschleiß der Injektoranschlüsse an Kraftstoffsystem und Zylinderkopf gibt es maximale Grenzen für den zulässigen Federweg. Deshalb wird hier erfindungsgemäß ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Kraft und Federweg für das Entkopplungselement 240 gewählt.

**[0042]** Im Falle des Wechseldrucksystems (Figur 13) bewirkt eine progressive Federsteifigkeit eine geringe Steifigkeit bei niederem Systemdruck, d.h. Leerlauf oder niedriger Last, und damit nach dem Entkopplungsprinzip einen weiten Bereich der Geräuschkompensation. Typischerweise sind Geräuschauffälligkeiten vor allem in diesen Betriebsbereichen zu finden. Bei höherer Last und damit höherem Druck versteift das Entkopplungselement 240 und begrenzt damit den Weg. Andere Motorgehäuseteile verdecken in diesen Betriebsbereichen dann das schlechter entkoppelte injektorinduzierte Geräusch.

**[0043]** Im Falle eines Konstantdrucksystems (Figur 14) liegt ein konstant hoher Druck am Entkopplungselement 240 an. Hier ist es vorteilhaft, dass der Federweg beim Druckaufbau (z.B. bei jedem Motorstart) begrenzt ist durch eine hohe Federsteifigkeit; im Betrieb ist jedoch wieder eine geringe Steifigkeit für einen breiten Entkopplungsbereich wirksam. Diese Charakteristik wird durch eine degressive Federkennlinie erreicht.

#### Patentansprüche

1. Entkopplungselementanordnung für eine Brennstoffeinspritzvorrichtung für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum, wobei die Brennstoffeinspritzvorrichtung wenigstens ein Brennstoffeinspritzventil (1) und eine Aufnahmebohrung (20) für das Brennstoffeinspritzventil

(1) umfasst, und ein Entkopplungselement (240) zwischen einem Ventilgehäuse (22) des Brennstoffeinspritzventils (1) und einer Wandung der Aufnahmebohrung (20) eingebracht ist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Federsteifigkeit des aus einem metallischen Werkstoff ausgebildeten Entkopplungselements (240) derart niedrig ist, das Entkopplungselement (240) so zwischen dem Ventilgehäuse (22) des Brennstoffeinspritzventils (1) und der Wandung der Aufnahmebohrung (20) platziert ist und die Geometrie des Entkopplungselements (240) derart gestaltet ist, dass die Entkoppelresonanz  $f_R$  im Frequenzbereich unter 2,5 kHz liegt, wobei das Entkopplungselement (240) einen radial äußeren Auflagebereich (30) und einen radial inneren Auflagebereich (31) besitzt, mit denen das Entkopplungselement (240) radial außen ringförmig auf eine Schulter (23) der Aufnahmebohrung (20) auflegbar ist und radial innen das Brennstoffeinspritzventil (1) untergriffen ist, wobei die Anlagebereiche für das Entkopplungselement (240) an der Schulter (23) der Aufnahmebohrung (20) und an dem Brennstoffeinspritzventil (1) jeweils senkrecht zur Ventillängsachse verlaufen und das Entkopplungselement (240) derart konturiert ist, dass der Querschnitt des Entkopplungselements (240) eine S-förmige Kontur mit zwei Radien ( $R_1$ ,  $R_2$ ) zu dem äußeren und inneren Auflagebereich (30, 31) hin hat, wobei der äußere und innere Auflagebereich (30, 31) des Entkopplungselements (240) ringförmig auf- bzw. anliegend an den Anlagebereichen der Schulter (23) der Aufnahmebohrung (20) und dem Brennstoffeinspritzventil (1) ausgeführt sind.

2. Entkopplungselementanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Federsteifigkeit des Entkopplungselements (240) im Bereich von 20 - 40 kN/mm liegt.
3. Entkopplungselementanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die beiden Auflagebereiche (30, 31) des Entkopplungselements (240) derart weit voneinander beabstandet gewählt sind, dass ein maximal möglicher Hebelarm entsteht.
4. Entkopplungselementanordnung nach Anspruch 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der radial innere Auflagebereich (31) entweder ringförmig umläuft, durch radial verlaufende Schlitze (37) oder andere die Steifigkeit reduzierende Öffnungen unterbrochen ist oder durch mehrere voneinander beabstandete Auflagelagen (31a, 31b, 31c) gebildet ist.
5. Entkopplungselementanordnung nach einem der

vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Entkopplungselement (240) ringscheibenförmig und insgesamt napf- bzw. tellerförmig ausgebildet ist.

6. Entkopplungselementanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Materialstärke des scheibenförmigen Entkopplungselements (240) entweder konstant ist oder zugunsten einer optimierten Steifigkeitscharakteristik über seine radiale Erstreckung variiert.

7. Entkopplungselementanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Entkopplungselement (240) bei einem Einsatz in einem Wechseldrucksystem mit einer nicht-linearen progressiven Federkennlinie ausgelegt ist.

8. Entkopplungselementanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Entkopplungselement (240) bei einem Einsatz in einem Konstantdrucksystem mit einer nicht-linearen degressiven Federkennlinie ausgelegt ist.

9. Entkopplungselementanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Aufnahmebohrung (20) für das Brennstoffeinspritzventil (1) in einem Zylinderkopf (9) ausgebildet ist und die Aufnahmebohrung (20) eine Schulter (23) besitzt, die senkrecht zur Erstreckung der Aufnahmebohrung (20) verläuft und auf der das Entkopplungselement (240) mit seinem radial äußeren Auflagebereich (30) teilweise aufliegt und das Brennstoffeinspritzventil (1) wiederum mit einer senkrecht zur Ventillängsachse verlaufenden Außenkontur des Ventilgehäuses (22) an dem radial inneren Auflagebereich (31) des Entkopplungselements (240) anliegt.

## Claims

1. Decoupling element arrangement for a fuel injection device for fuel injection systems of internal combustion engines, in particular for the direct injection of fuel into a combustion chamber, wherein the fuel injection device comprises at least one fuel injection valve (1) and a receiving bore (20) for the fuel injection valve (1), and a decoupling element (240) is inserted between a valve housing (22) of the fuel injection valve (1) and a wall of the receiving bore (20), **characterized** **in that** the spring stiffness of the decoupling element

(240) formed from a metallic material is so low, the decoupling element (240) is located between the valve housing (22) of the fuel injection valve (1) and the wall of the receiving bore (20) in such a way, and the geometry of the decoupling element (240) is such, that the decoupling resonance  $f_R$  lies in the frequency range below 2.5 kHz, wherein the decoupling element (240) has a radially outer support region (30) and a radially inner support region (31), by means of which the decoupling element (240), radially at the outside, can be supported annularly on a shoulder (23) of the receiving bore (20) and, radially at the inside, engages under the fuel injection valve (1), wherein the abutment regions for the decoupling element (240) on the shoulder (23) on the receiving bore (20) and on the fuel injection valve (1) each run perpendicular to the valve longitudinal axis, and the decoupling element (240) is contoured such that the cross section of the decoupling element (240) has an S-shaped contour with two radii ( $R_1$ ,  $R_2$ ) toward the outer and inner support regions (30, 31), wherein the outer and inner support regions (30, 31) of the decoupling element (240) are designed to be supported or bear annularly against the abutment regions of the shoulder (23) of the receiving bore (20) and against the fuel injection valve (1).

2. Decoupling element arrangement according to Claim 1, **characterized** **in that** the spring stiffness of the decoupling element (240) lies in the range from 20 - 40 kN/mm.

3. Decoupling element arrangement according to Claim 1, **characterized** **in that** the two support regions (30, 31) of the decoupling element (240) are selected so as to be spaced apart from one another to such an extent that a maximum possible lever arm is realized.

4. Decoupling element arrangement according to Claim 1 or 3, **characterized** **in that** the radially inner support region (31) is either annularly encircling, interrupted by radially running slots (37) or other stiffness-reducing openings, or formed by multiple spaced-apart support points (31a, 31b, 31c).

5. Decoupling element arrangement according to one of the preceding claims, **characterized** **in that** the decoupling element (240) is of annular disc-shaped and altogether cup-shaped or dish-shaped form.

6. Decoupling element arrangement according to one



of the preceding claims,

**characterized**

**in that** the material thickness of the disc-shaped decoupling element (240) is either constant or varies over its radial extent in order to realize an optimized stiffness characteristic.

7. Decoupling element arrangement according to one of the preceding claims,

**characterized**

**in that** the decoupling element (240) is, for use in a system with fluctuating pressure, configured with a non-linear progressive spring characteristic curve.

8. Decoupling element arrangement according to one of Claims 1 to 6,

**characterized**

**in that** the decoupling element (240), for use in a system with constant pressure, is configured with a non-linear degressive characteristic curve.

9. Decoupling element arrangement according to one of the preceding claims,

**characterized**

**in that** the receiving bore (20) for the fuel injection valve (1) is formed in a cylinder head (9), and the receiving bore (20) has a shoulder (23) which runs perpendicular to the extent of the receiving bore (20) and on which the decoupling element (240) is partially supported by way of its radially outer support region (30), and the fuel injection valve (1) in turn bears by way of an outer contour, running perpendicular to the valve longitudinal axis, of the valve housing (22) against the radially inner support region (31) of the decoupling element (240).

## Revendications

1. Agencement d'élément de découplage pour un dispositif d'injection de carburant pour systèmes d'injection de carburant de moteurs à combustion interne, en particulier pour l'injection directe de carburant dans une chambre de combustion, le dispositif d'injection de carburant comportant au moins une soupape d'injection de carburant (1) et un alésage de réception (20) pour la soupape d'injection de carburant (1), et un élément de découplage (240) étant introduit entre un boîtier de soupape (22) de la soupape d'injection de carburant (1) et une paroi de l'alésage de réception (20),  
**caractérisé en ce que**  
la rigidité de ressort de l'élément de découplage (240) réalisé en un matériau métallique est faible, l'élément de découplage (240) est placé entre le boîtier de soupape (22) de la soupape d'injection de carburant (1) et la paroi de l'alésage de réception (20) et la géométrie de l'élément de découplage

(240) est configurée de telle sorte que la résonance de découplage  $f_R$  se situe dans la plage de fréquences inférieure à 2,5 kHz, l'élément de découplage (240) présentant une région de support radialement extérieure (30) et une région de support radialement intérieure (31), à l'aide desquelles l'élément de découplage (240) peut être posé radialement à l'extérieur sous forme annulaire sur un épaulement (23) de l'alésage de réception (20), et lesquelles viennent en prise par le dessous, radialement à l'intérieur, avec la soupape d'injection de carburant (1), les régions d'appui pour l'élément de découplage (240) sur l'épaulement (23) de l'alésage de réception (20) et sur la soupape d'injection de carburant (1) s'étendant respectivement perpendiculairement à l'axe longitudinal de soupape et l'élément de découplage (240) étant profilé de telle sorte que la section transversale de l'élément de découplage (240) ait un contour en forme de S présentant deux rayons (R1, R2) en direction des régions de support extérieure et intérieure (30, 31), les régions de support extérieure et intérieure (30, 31) de l'élément de découplage (240) étant réalisées sous forme annulaire de manière à reposer sur ou s'appliquer contre les régions d'appui de l'épaulement (23) de l'alésage de réception (20) et la soupape d'injection de carburant (1).

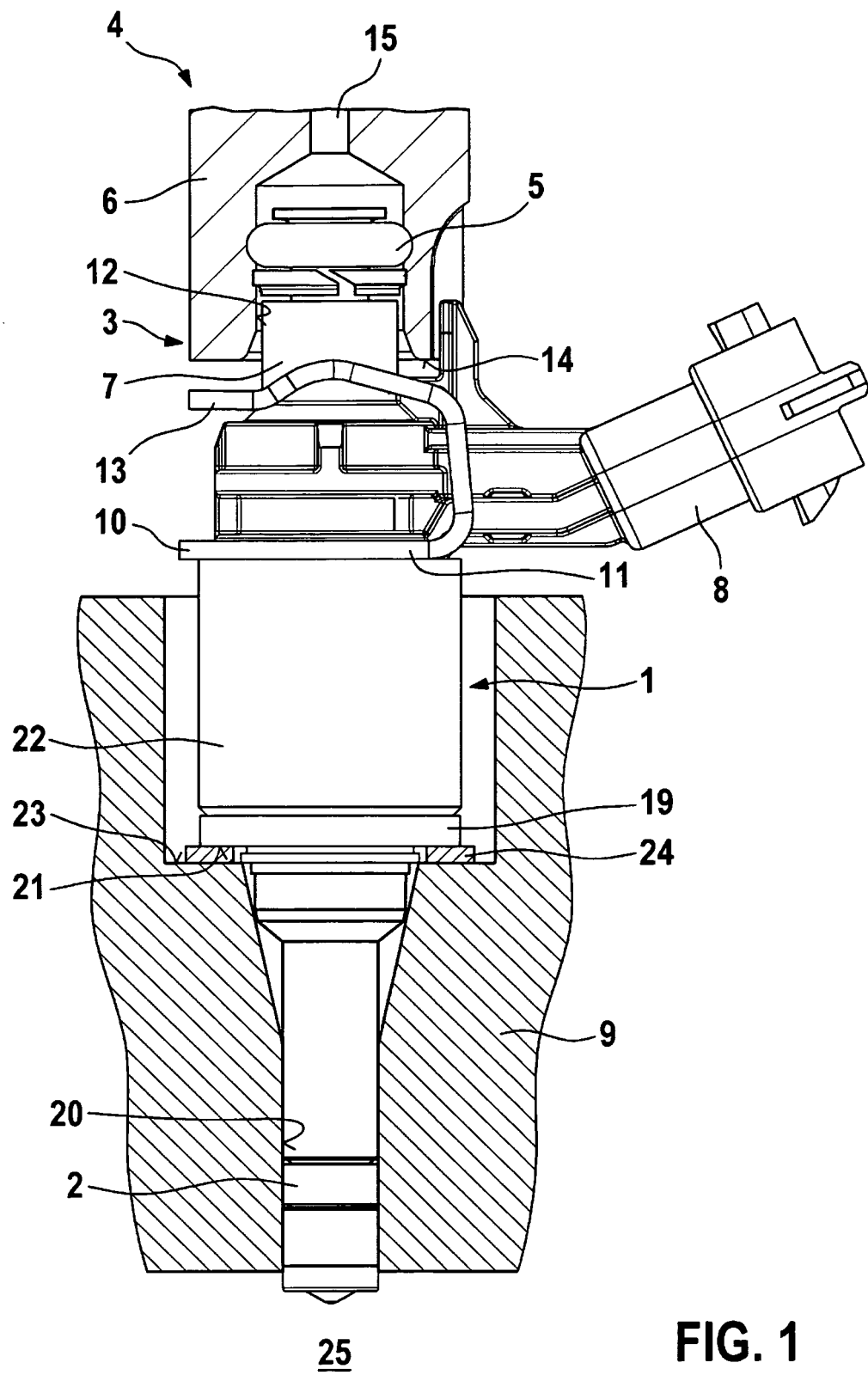
2. Agencement d'élément de découplage selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
la rigidité de ressort de l'élément de découplage (240) se situe dans la plage de 20 à 40 kN/mm.
3. Agencement d'élément de découplage selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
les deux régions de support (30, 31) de l'élément de découplage (240) sont sélectionnées de manière à être espacées l'une de l'autre de telle sorte qu'un bras de levier maximal possible en résulte.
4. Agencement d'élément de découplage selon la revendication 1 ou 3,  
**caractérisé en ce que**  
la région de support radialement intérieure (31) soit s'étend sous forme annulaire, soit est interrompue par des fentes (37) s'étendant radialement ou d'autres ouvertures réduisant la rigidité, soit est formée par plusieurs points de support (31a, 31b, 31c) espacés les uns des autres.
5. Agencement d'élément de découplage selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
l'élément de découplage (240) est réalisé en forme de disque annulaire et dans l'ensemble en forme de cuvette ou d'assiette.

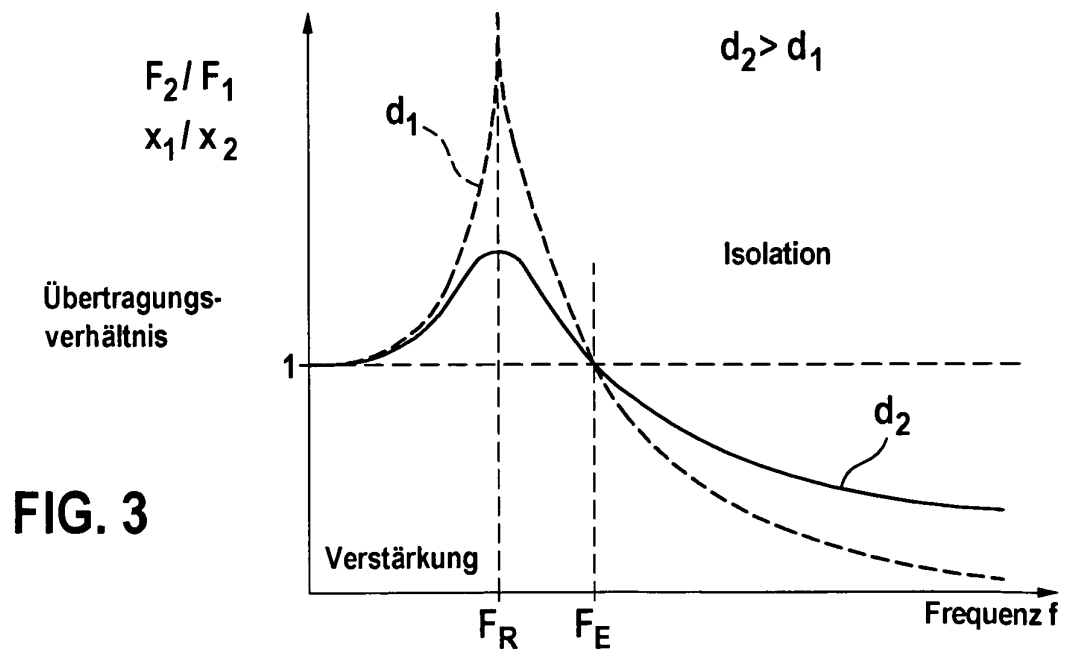
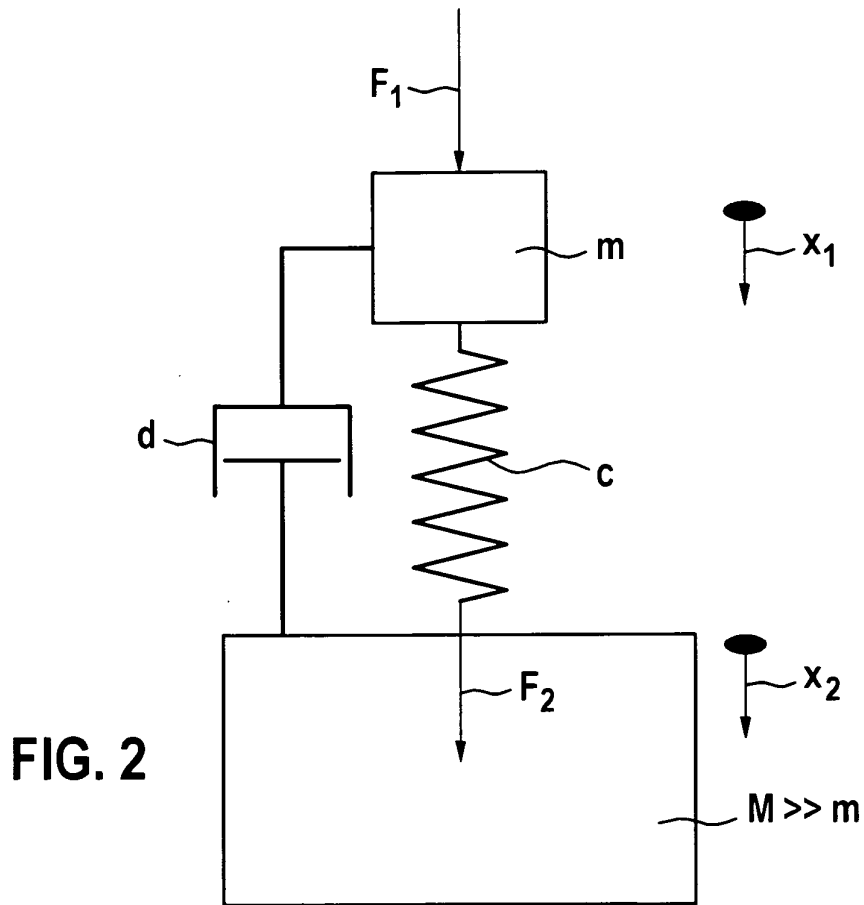
6. Agencement d'élément de découplage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de matériau de l'élément de découplage (240) en forme de disque est soit constante soit varie sur son étendue radiale en faveur d'une caractéristique de rigidité optimisée. 5
7. Agencement d'élément de découplage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce** qu'en cas d'utilisation dans un système à pression variable, l'élément de découplage (240) est conçu de manière à présenter une courbe caractéristique de ressort progressive non linéaire. 10 15
8. Agencement d'élément de découplage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce** qu'en cas d'utilisation dans un système à pression constante, l'élément de découplage (240) est conçu de manière à présenter une courbe caractéristique de ressort dégressive non linéaire. 20
9. Agencement d'élément de découplage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'alésage de réception (20) pour la soupape d'injection de carburant (1) est réalisé dans une culasse (9) et l'alésage de réception (20) présente un épaulement (23) qui s'étend perpendiculairement à l'étendue de l'alésage de réception (20) et sur lequel repose partiellement, par sa région de support (30) radialement extérieure, l'élément de découplage (240), et la soupape d'injection de carburant (1), pour sa part, s'applique par un contour extérieur, s'étendant perpendiculairement à l'axe longitudinal de soupape, du boîtier de soupape (22) contre la région de support (31) radialement intérieure de l'élément de découplage (240). 25 30 35 40

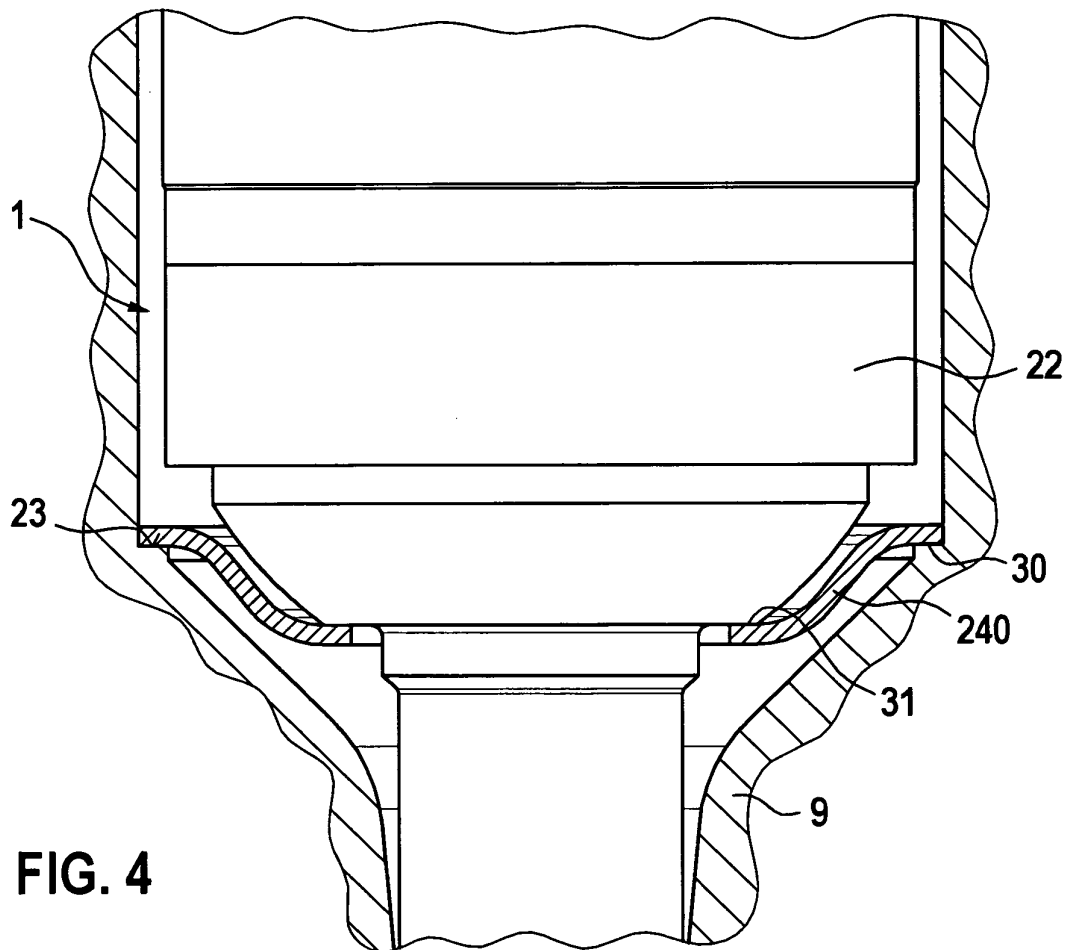
45

50

55







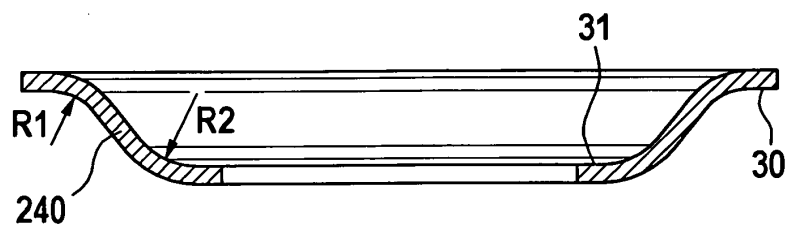


FIG. 5

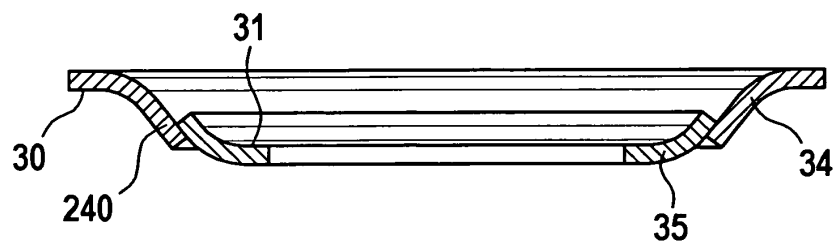


FIG. 6

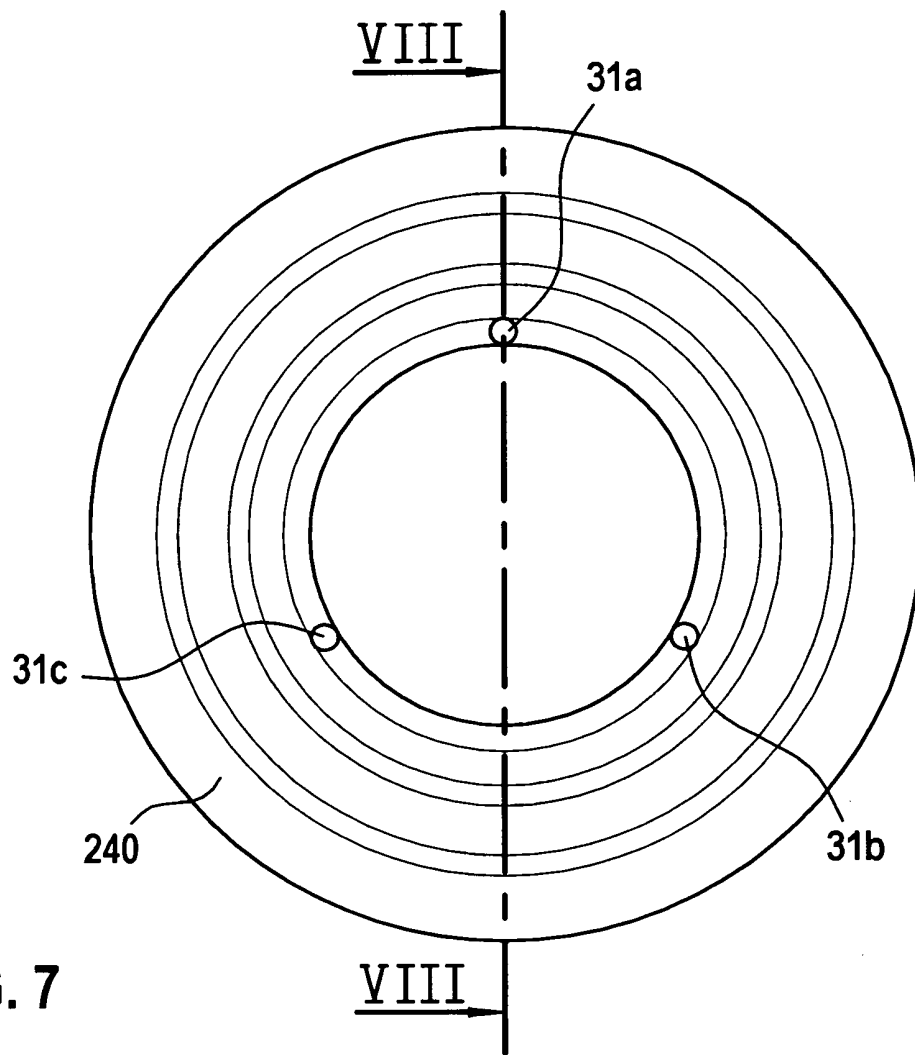


FIG. 7

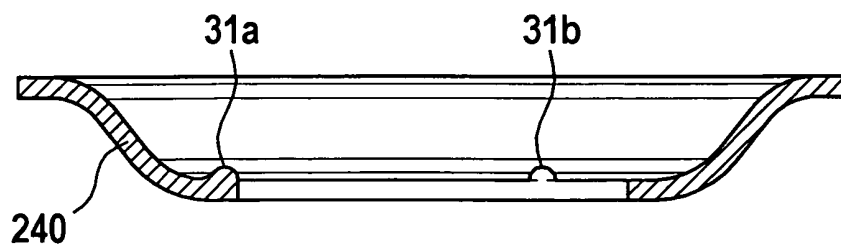


FIG. 8

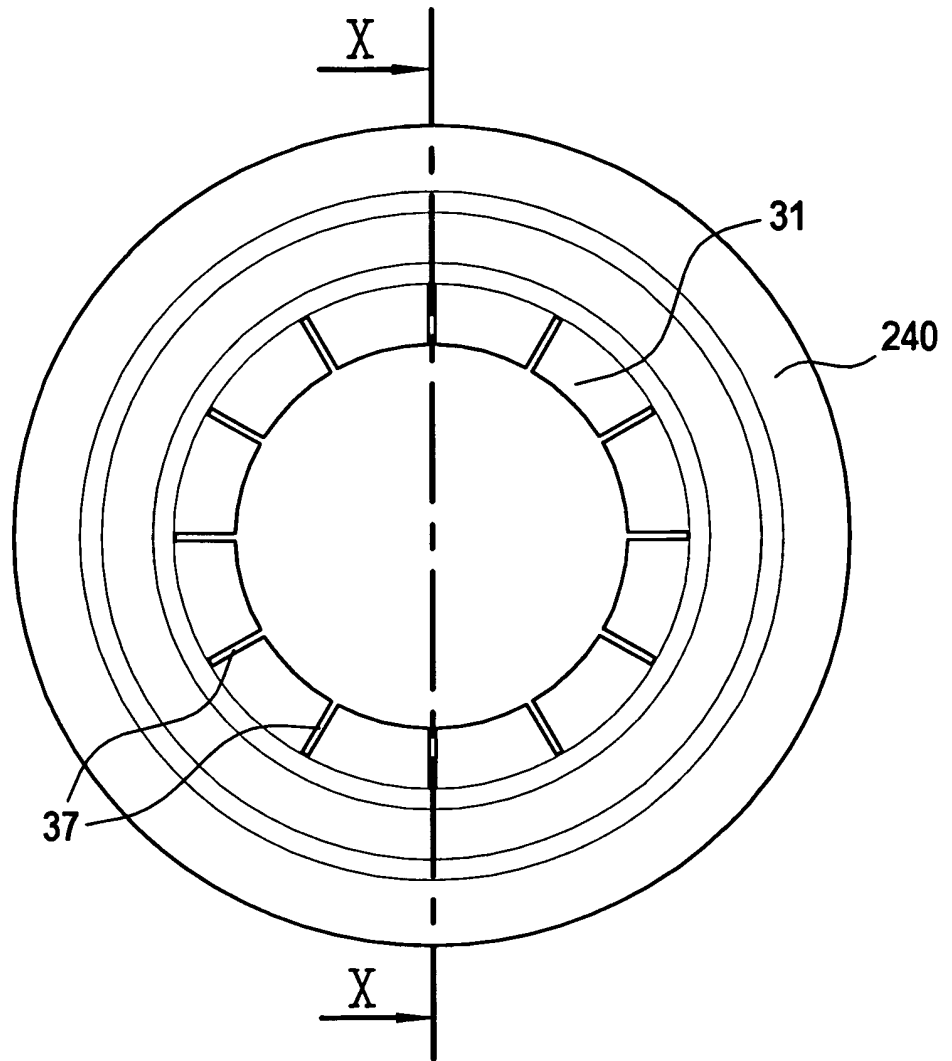


FIG. 9

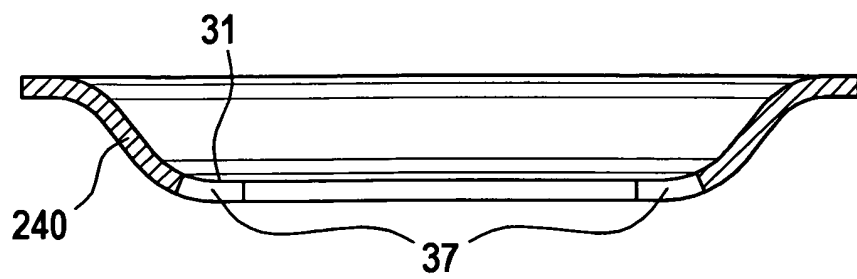


FIG. 10



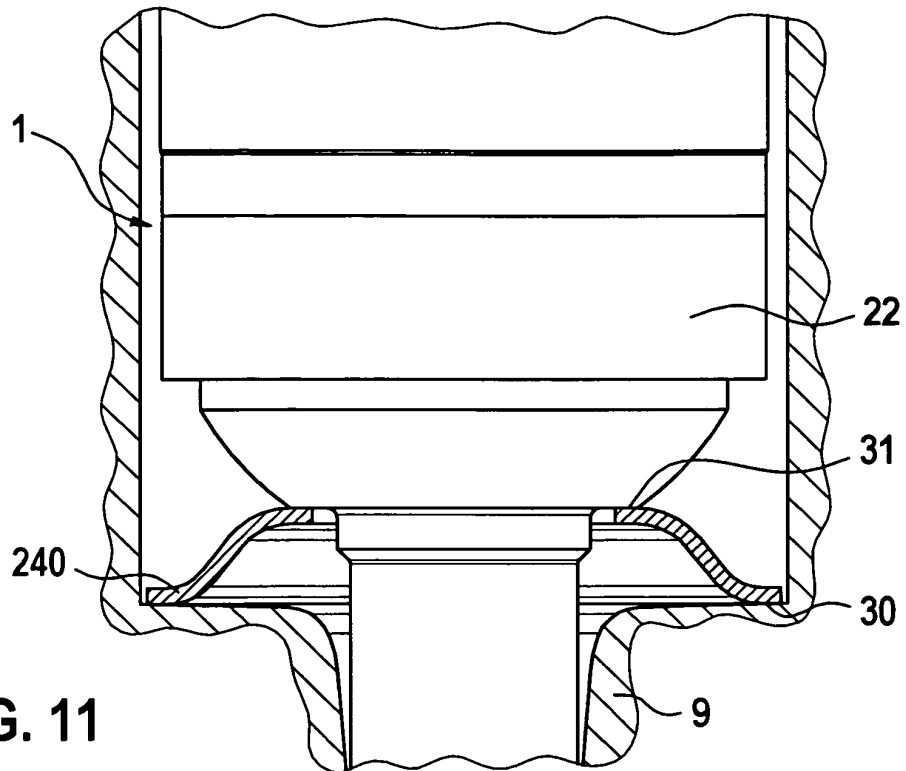


FIG. 11

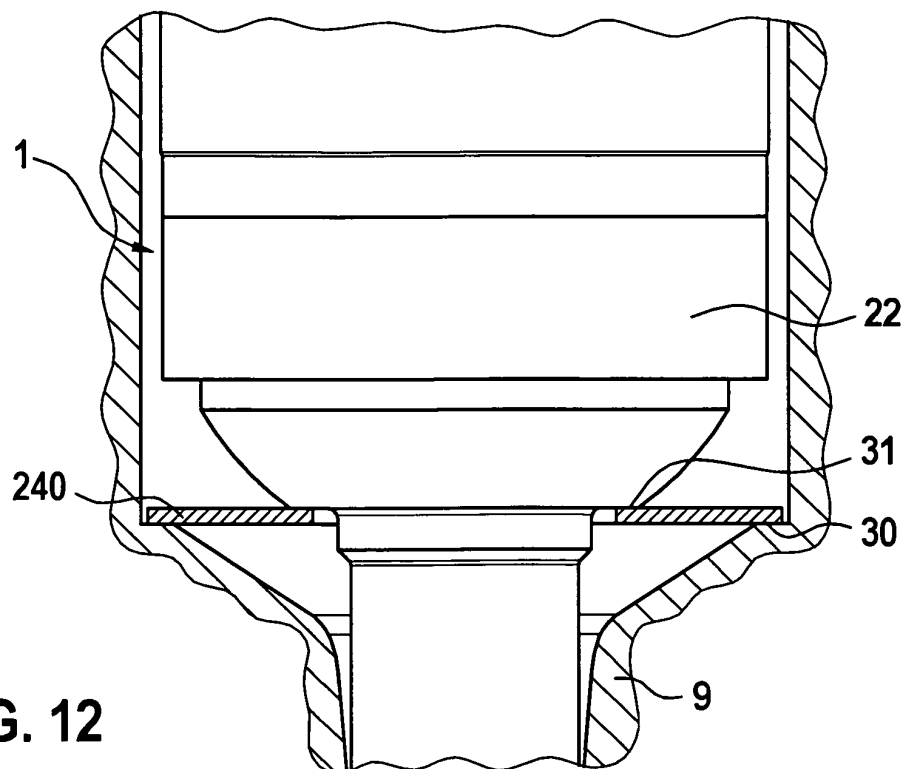
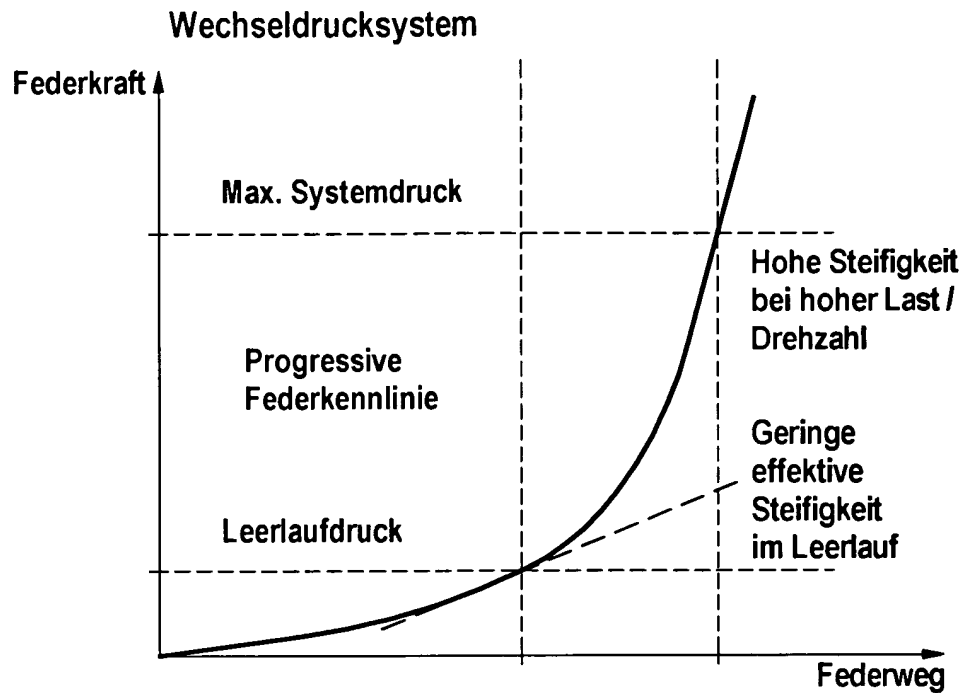
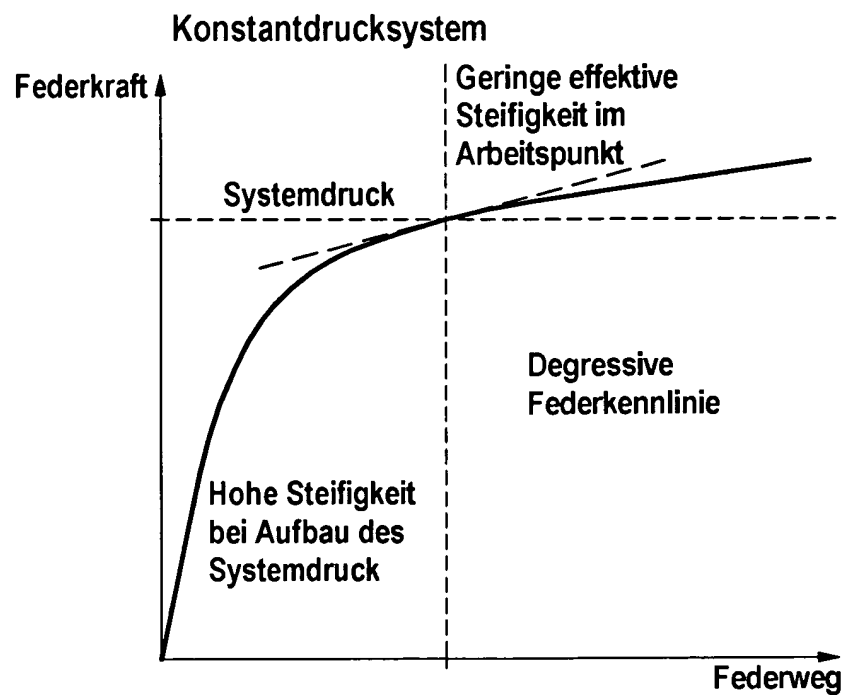


FIG. 12



**FIG. 13**



**FIG. 14**

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102004049277 A **[0001]**
- DE 10108466 A1 **[0003]**
- DE 10027662 A1 **[0004]**
- DE 10038763 A1 **[0004]**
- EP 1223337 A1 **[0004]** **[0005]**
- DE 102005057313 A1 **[0006]**
- US 6009856 A **[0007]**
- EP 1764501 A1 **[0008]**