

(19)



(11)

EP 2 855 914 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.09.2016 Patentblatt 2016/37

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 ^(2006.01) **F02M 51/06** ^(2006.01)
F02M 63/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13714636.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/057067

(22) Anmeldetag: **04.04.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/178386 (05.12.2013 Gazette 2013/49)

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR**

FUEL INJECTOR

INJECTEUR DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR

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

(30) Priorität: **01.06.2012 DE 102012209330**

(72) Erfinder: **KURZ, Michael**
73207 Plochingen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.04.2015 Patentblatt 2015/15

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 148 081 DE-A1-102007 001 554
DE-A1-102009 046 082 FR-A1- 2 954 806

EP 2 855 914 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] DE 10 2007 001 554 A1 bezieht sich auf einen Kraftstoffinjektor. Der Kraftstoffinjektor ist zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine vorgesehen und umfasst einen an einer Hochdruckseite angeschlossenen Steuerraum. Über den Druck im Steuerraum wird die Bewegung einer Düsenadel gesteuert. Es ist ein Steuerventil vorgesehen, welches die Verbindung des Steuerraums zu einer Niederdruckseite entweder sperrt oder freigibt. Das Steuerventil weist einen in einer Bohrung eines Führungsstückes zwischen zwei Ventilstellungen verschiebbar geführten kraftausgeglichenen Steuerkolben auf. Dieser sperrt die Verbindung eines vom Steuerraum kommenden und in die Bohrung mündenden Verbindungskanals zur Niederdruckseite in seiner geschlossenen Ventilstellung ab und gibt diesen in seiner in Richtung fort von der Düsenadel verschobenen geöffneten Ventilstellung frei.

[0002] Bei zunehmendem Druckniveau bei Kraftstoffhochdruckeinspritzsystemen, insbesondere bei Common-Rail-Einspritzanlagen steigt bei einem Kraftstoffinjektor, der mittels eines elektrischen Aktuators, wie beispielsweise eines Magneten betätigt wird, der erforderliche Ankerhub an. Dies rührt daher, dass im gleichen Maße, wie der Druck im Hochdrucksammelraum (Common-Rail) ansteigt, auch die Absteuermenge aus dem Steuerraum, der unter Systemdruck steht, zunimmt. Es hat sich herausgestellt, dass sich innerhalb des ballistischen Betriebsbereiches des Kraftstoffinjektors im Ansteuerdauerkennefeld eine hohe Ankeröffnungsgeschwindigkeit nachteilig auf die Kennefeldteilheit und die Streuung zwischen einzelnen Ankerhüben auswirkt. In einer ballistischen Betriebsphase eines Kraftstoffinjektors ist ein langsames Öffnen des Ventiles sowie ein schnelles Schließen des Ventiles von Vorteil.

[0003] Aus der FR 2 954 806 A1 ist darüber hinaus ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einem Magnetventil bekannt, das einen beweglichen Anker aufweist, in dem Öffnungen ausgebildet sind.

Darstellung der Erfindung

[0004] Der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung folgend, ist eine Ankerbaugruppe eines durch einen elektrischen Aktuator, insbesondere eines bestrombaren Elektromagneten betätigbaren Kraftstoffinjektors derart aufgebaut, dass sich einerseits eine sehr hohe Schließgeschwindigkeit des Ankers einstellt und andererseits ein relativ langsames Ankeröffnen erfolgt.

[0005] Durch die langsame Öffnungsbewegung des Ankers lässt sich ein vorteilhaftes Verhalten desselben am oberen Hubanschlag, der eine Begrenzung des Ankerweges darstellt, erreichen. Die Reduktion der Öffnungsgeschwindigkeit des Ankers ermöglicht eine Re-

duktion des Dämpfungsgrades am oberen Hubanschlag des Ankers, was wiederum ein günstiges Prellverhalten, insbesondere eine Prellvermeidung des Ankers am oberen Hubanschlag ermöglicht. Durch die Reduzierung des Dämpfungsgrades wird die Verweilzeit des Ankers am oberen Hubanschlag im Kraftstoffinjektor nach dem Abschalten reduziert. Dies wiederum erlaubt eine geringere Niederdrucksensitivität des Ankers. Die erheblich verringerte Niederdrucksensitivität des Ankers ermöglicht in vorteilhafter Weise, dass die Fälligkeit des Kennefeldes und die Hub zu Hub-Streuung des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors reduziert werden können.

[0006] Andererseits ermöglicht die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung eine hohe Schließgeschwindigkeit des Ankers, was wiederum die Exemplar bzw. die Hub zu Hub-Streuung bei ein- und demselben Kraftstoffinjektor reduziert.

[0007] In einer Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung umfasst die Ankerbaugruppe des Kraftstoffinjektors beispielsweise einen Grundanker und eine dessen obere Planseite zugeordnete Ankerplatte. Die obere Planseite des Grundankers der Ankerbaugruppe umfasst eine Anzahl von Öffnungen, die beispielsweise als Stufenbohrungen ausgeführt sein können. Diese Stufenbohrungen durchziehen den Grundanker bzw. dessen scheibenförmig ausgestaltetes Oberteil, so dass eine Passage von Kraftstoff möglich ist. Die Stufenbohrungen umfassen einen Abschnitt, der in einem größeren Durchmesser ausgebildet ist, der an einem kegeligen Übergangsbereich in einen Bohrungsabschnitt der Stufenbohrung übergeht, die in einem geringeren Durchmesser ausgeführt ist. Innerhalb der Stufenbohrungen sind beispielsweise kugelförmig ausgebildete, schwerkraftbetätigte Verschlusselemente angeordnet. Ein Anschlag dieser Verschlusselemente wird durch den kegeligen Übergangsbereich zwischen den erwähnten Bohrungsabschnitten der Stufenbohrung einerseits gebildet, ein anderer Anschlag durch eine den oberen Bohrungsabschnitt der Stufenbohrung überdeckende obere Ankerplatte. Bei Bestromung des elektrischen Aktuators zur Betätigung des Kraftstoffinjektors, d.h. eines Elektromagneten, wird der Anker entgegen der Wirkung einer Ankerfeder angezogen, so dass ein Schließelement, welches am Anker aufgenommen ist, den Ventilsitz freigibt. Bei dieser Aufwärtsbewegung des Ankers zur Freigabe des Ventilsitzes werden die schwerkraftbetätigten Verschlusselemente durch die Beschleunigungskraft des Ankers und den anstehenden Kraftstoffdruck in den kegeligen Übergang der Stufenbohrung gedrückt, so dass die Stufenbohrungen während der Öffnungsbewegung geschlossen sind und demzufolge nicht durch den Dieseldieselkraftstoff durchströmt werden können. Beim Öffnen aus dem Steuerraum abgesteuerte Menge, d.h. die Absteuermenge gelangt über Schlitze, die an der oberen Ankerplatte bzw. am Grundanker ausgeführt sein können, in eine zentrale Abflussbohrung. Durch das Verschießen der Stufenbohrungen wird mithin deren Durch-

strömung durch Kraftstoff verhindert, wodurch sich ein verlangsamtes Öffnen des Ankers einstellt.

[0008] Die kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente verharren in ihrer Lage, d.h. bleiben während der Öffnungsbewegung in dem kegeligen Übergangsbereich gestellt, bis die Ankerbaugruppe einen oberen Hubanschlag, der durch die untere Planseite eines Elektromagneten gebildet wird, erreicht. Bei Erreichen des oberen Hubanschlages wirken keine Beschleunigungskräfte bzw. Widerstandskräfte durch den anstehenden Dieselmotorkraftstoff auf den Grundanker.

[0009] Ein Prellen, d.h. ein starkes Anschlagen des Grundankers bei der Durchführung von dessen Öffnungsbewegung wird durch ein Dämpferelement verhindert, welches zwischen der unteren Planseite, die den oberen Hubanschlag bildet, des Elektromagneten einerseits und einer korrespondierenden Anschlagfläche der oberen Ankerplatte der Ankerbaugruppe angeordnet ist.

[0010] Durch das Versperren der Stufenbohrung bei der Öffnungsbewegung des Ankers wird ein Druckausgleich zwischen der oberen Ankerplatte und der Unterseite des Grundankers erschwert, was zu der gewünschten Reduzierung der Öffnungsgeschwindigkeit der Ankerbaugruppe führt. Die Öffnungsgeschwindigkeit kann darüber hinaus auch durch die Anzahl von Schlitzen, über welche die Absteuermenge abläuft und deren Querschnittsfläche beeinflusst werden - um zwei signifikante Parameter zu nennen.

[0011] Beim Schließvorgang, d.h. einer Beendigung der Bestromung des elektrischen Aktuators in Gestalt eines Elektromagneten, wird die Ankerbaugruppe durch die Wirkung der Feder in den Ventilsitz gefahren, soweit, bis das kugelförmig ausgebildete Schließelement an der Unterseite der Ankerbaugruppe den Ventilsitz im Ventilgehäuse des Kraftstoffinjektors verschließt. Das Prellen der Ankerbaugruppe bei Erreichen des unteren Anschlages, d.h. des Ventilsitzes, kann über ein Dämpfungselement vermieden werden. Während der Schließbewegung werden die kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente durch den Druckanstieg an der Unterseite des Grundankers aus dem kegeligen Übergang gedrückt, so dass die Stufenbohrungen bei der Schließbewegung freigegeben werden und ein Durchströmen von Kraftstoff möglich wird. Die kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente werden durch die Stufenbohrungen an der oberen Planseite des Grundankers überdeckenden oberen Ankerplatte gefangen, welche einen Anschlag bildet, so dass die Verschlusselemente die oberen in einem vergrößerten Durchmesser ausgebildeten Bohrungsabschnitte der Stufenbohrungen nicht verlassen können.

[0012] Somit werden die Stufenbohrungen freigegeben und ermöglichen einen schnelleren Druckausgleich zwischen der oberen Ankerplatte und der Unterseite des Grundankers. Die Ankerbaugruppe erfährt nun die maximal mögliche Schließgeschwindigkeit, die maßgeblich durch die Anzahl der in Abströmen von Menge ermöglichenden Schlitze, deren Querschnittsfläche sowie durch die Anzahl der Stufenbohrungen im scheibenförmigen

Bereich des Ankers bestimmt wird. Nach dem Schließen des Ventilsitzes lösen sich die Verschlusselemente aufgrund des Auftreffimpulses von der unteren Seite der diese überdeckenden oberen Ankerplatte und gelangen somit zurück in den kegeligen Übergangsbereich, der zwischen den beiden Bohrungsabschnitten der Stufenbohrung verläuft.

[0013] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante kann die obere Ankerplatte beispielsweise an einen mittig angeordneten Zapfen geführt werden, was die Geometrie der Schlitze beeinflusst, welche zum Ableiten der Absteuermenge in der oberen Ankerplatte ausgeführt sind.

[0014] Alternativ kann die obere Ankerplatte der Ankerbaugruppe an ein Führungsdurchmesser geführt werden, was das Heranführen der das Abströmen von Absteuermenge ermöglichenden Schlitze bis zum Zentrum ermöglicht, so dass insgesamt gesehen das Abschließen der aus dem druckentlastbaren Steuerraum abgesteuerten Menge erleichtert wird.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung können Stufenbohrungen durch ein biegsames Dämpfungselement freigegeben oder verschlossen werden. Analog zur oben skizzierten hinsichtlich des Öffnens und des Schließens beschriebenen Ankerbaugruppe, lassen sich die in den Stufenbohrungen im kegeligen Übergangsbereich zwischen den Bohrungsabschnitten angeordneten kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente durch eine im Wesentlichen als dünne Scheibe ausgebildetes biegsames Dämpfungselement ersetzen. In dieser Ausführungsmöglichkeit bildet das biegsame, im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildete Dämpfungselement gleichzeitig einen Abstandshalter der Ankerbaugruppe zum oberen Hubanschlag, der durch die untere Planseite des Elektromagneten gebildet wird. Das im Wesentlichen scheibenförmig ausgeführte, biegsame Dämpfungselement kann beispielsweise durch eine Scheibe an die Ankerplatte gedrückt werden. Der scheibenförmige Bereich des Grundankers kann neben Durchflussbohrungen, die ungestuft ausgebildet sind, eine umlaufend ausgebildete rinnenförmige Verteilernut aufweisen, sowie eine umlaufende Vertiefung, welche das im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildete, biegsame Dämpfungselement abstützt. Die Tiefe der in der oberen Planseite des Grundankers ausgebildeten Vertiefung definiert einen gewünschten Restluftspalt. Der Restluftspalt kann darüber hinaus auch durch die Dicke des im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Dämpfungselementes definiert werden.

[0016] Beim Öffnen der Ankerbaugruppe, d.h. einer vertikalen Aufwärtsbewegung der Ankerbaugruppe in Richtung auf den Elektromagneten bei dessen Bestromung entgegen der Wirkung der Schließfeder, liegt das scheibenförmig ausgebildete, biegsame Dämpfungselement komplett in der Vertiefung an der oberen Planseite des Grundankers. Somit sind die Durchflussbohrungen, die in die umlaufende Verteilernut münden, verschlossen, der Kraftstoff kann während des Öffnungsvorgang-

ges des Ankers die Bohrungen nicht passieren, wodurch sich ein langsames Öffnen des Ankers, d.h. eine langsame Freigabe des Ventilsitzes einstellt.

[0017] Bei der Schließbewegung des Ankers entsteht durch dessen Abwärtsbewegung und den Zustrom von Kraftstoff durch die Durchflussbohrungen ein Staudruck in der umlaufenden Verteilernut. Durch die Biegsamkeit des Dämpfungselementes verformt sich dieses, so dass ein Abströmen des Kraftstoffes durch die Durchflussbohrungen möglich wird, da das Dämpfungselement durch den Staudruck von der Anlagefläche, d.h. der Vertiefung an der Ankeroberseite weggedrückt wird. Der Anker verfährt im Wesentlichen ungedrosselt bis zum Ventilsitz, wodurch sich ein schnelles Schließen mit einer hohen Schließgeschwindigkeit einstellt.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante kann eine Reduzierung der Öffnungsgeschwindigkeit der Ankerbaugruppe auch dadurch erreicht werden, dass Ankerschlitze, welche üblicherweise an Magnetankern vorgesehen sind, durch ein biegsames Dämpfungselement, welches beispielsweise kreuzförmig ausgebildet ist und zum Beispiel vier Ankerschlitze gleichzeitig verdecken oder freigeben kann, erfolgen. Durch weitere Ankerschlitze, oder durch weitere Durchflussbohrungen im scheibenförmigen Bereich des Grundankers, welche von dem biegsamen, d.h. verformbar ausgelegten Dämpfungselement nicht abgedeckt sind, kann die Ventilöffnungsgeschwindigkeit variiert werden.

Vorteile der Erfindung

[0019] In vorteilhafter Weise kann durch die vorstehende skizzierten Ausführungsvarianten des der Erfindung zugrundeliegenden Gedankens erreicht werden, dass sich in allen Ausprägungen der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung eine langsame Öffnungsbewegung des Ankers, d.h. ein langsames Öffnen des Ventilsitzes einerseits einstellt und andererseits eine schnelle Schließbewegung der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe erfolgt. Eine Reduktion der Öffnungsgeschwindigkeit wird durch Erzeugen eines Strömungswiderstandes erreicht, während ein schnelles Schließen dadurch erreicht wird, dass eben dieser erzeugte Strömungswiderstand bei der Schließbewegung des Ankers wieder aufgehoben wird. In signifikanter Weise kann durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung die Exemplarstreuung, vorwiegend während des ballistischen Ankerhubes bei Kleinstmengen, d.h. die Reproduzierbarkeit von in Großserie gefertigten Kraftstoffinjektoren verbessert werden, andererseits kann bei ein- und demselben Kraftstoffinjektor eine signifikante Reduzierung der Hub zu Hub-Streuung erreicht werden.

[0020] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass bei der langsam verlaufenden Öffnungsbewegung ein günstiges Prellverhalten am oberen Hubanschlag, d.h. an der unteren Planseite des Elektromagneten erreicht werden kann. Dies wiederum ermöglicht die Herabsetzung des Dämpfungsgrades am oberen Hubanschlag, wodurch

die Verweilzeit des Ankers am oberen Hubanschlag nach dem Abschalten des Elektromagneten reduziert wird. Die Folge davon ist eine geringere Niederdrucksensitivität des Ankers verbunden mit dem positiven Nebeneffekt, dass die Welligkeit des Kennfeldes, insbesondere die Kennfeldsteilheit und die Hub- zu Hub-Streuung bei Betrieb ein- und desselben Kraftstoffinjektors reduziert werden.

10 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0022] Es zeigt:

15

Figur 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektor, dessen Steuerraum über eine Hochdruckquelle beaufschlagt ist,

20

Figur 2 die erfindungsgemäß vorgeschlagene Ankerbaugruppe beim Öffnen des Ventilsitzes des Kraftstoffinjektors,

25

Figur 3 die erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe während des Schließvorgangs des Ventilsitzes,

30

Figur 4 eine Draufsicht auf die obere Planseite des Grundankers,

Figur 5

35

eine Draufsicht auf die obere Planseite des Grundankers mit in Stufenbohrung eingelassenen kugelförmig ausgebildeten Verschlusselementen, abgedeckt von einer oberen Ankerplatte,

Figur 6

40

die Draufsicht auf einen scheibenförmigen Grundanker mit Ablaufschlitzen für die Absteuermenge,

Figur 7

45

eine weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe mit einem verformbaren, im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Dämpfungselement während der Öffnungsbewegung des Ventilsitzes,

50

Figur 8

die weitere Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe gemäß Figur 7 während des Schließens des Ventilsitzes,

55

Figur 9

ein Detail des oberen Bereiches der zweiten Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe gemäß der Figuren 7 und 8,

- Figur 10 eine dritte Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe mit geschlitztem Grundanker während der Öffnungsbewegung des Ventilsitzes,
- Figur 11 die dritte Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe während des Schließvorganges des Ventilsitzes,
- Figur 12 eine Draufsicht auf eine Ankerbaugruppe mit kreuzförmig ausgebildetem verformbaren Dämpfungselement, und
- Figur 13 den Schnittverlauf XIII - XIII wie in Figur 12 eingezeichnet.

Ausführungsvarianten

[0023] Der Darstellung gemäß Figur 1 ist eine erste Ausführungsvariante des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors mit erfindungsgemäß gestalteter Ankerbaugruppe zu entnehmen.

[0024] Figur 1 zeigt einen Kraftstoffinjektor 10, der ein Ventilstück 12 umfasst. Das Ventilstück 12 ist über eine Ventilspannschraube 16 in einem Haltekörper 14 aufgenommen. Das Ventilstück 12 begrenzt einen Steuerraum 60 der über eine Zulaufdrossel von einer Hochdruckquelle 84, beispielsweise einem Hochdrucksammelraum (Common-Rail) oder einem Förderaggregat mit Systemdruck beaufschlagt ist. Der Steuerraum 60 im Ventilstück 12 ist über eine Ablaufdrossel 62 druckentlastbar, wobei ein Ablaufkanal durch ein hier kugelförmig ausgebildetes Schließelement 44 verschlossen ist. In der in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsvariante des Kraftstoffinjektors ist ein Ventilsitz 42 durch das kugelförmig ausgebildete Schließelement 44 verschlossen, demzufolge ist der Steuerraum 60 des Kraftstoffinjektors 10 nicht druckentlastet, sondern steht unter Systemdruckniveau.

[0025] Der Kraftstoffinjektor 10 umfasst eine Ankergruppe 18, die im Wesentlichen einen Grundanker 20 sowie eine auf dessen oberer Planseite angeordnete obere Ankerplatte 22 umfasst.

[0026] Figur 1 zeigt, dass der Grundanker 20 hier kugelförmig ausgebildete Verschlusselemente 24 umfasst, die sich in Durchgangsöffnungen 58 befinden, die sich von der unteren Planseite zur oberen Planseite des scheibenförmigen Kopfes des Grundankers 20 erstrecken. Ein oberer Hubanschlag zur Begrenzung des Ankerhubs ist durch Bezugszeichen 26 identifiziert und durch eine Magnetunterseite 30 des als Magneten ausgebildeten elektrischen Aktuators 28 zur Betätigung des Kraftstoffinjektors 10 gegeben. Ein Ablaufstutzen 34, der elektrische Aktuator in Form eines Magneten sind von einer Magnethülse 32 umschlossen und mit dem Haltekörper 14 durch eine Magnetspannmutter verschraubt.

[0027] Aus der Darstellung gemäß Figur 1 geht des-

weiteren hervor, dass die Ankerbaugruppe 18 durch eine Ankerfeder 36, die eine Ankerfederkraft 38 in Richtung auf den Ventilsitz 42 ausübt, beaufschlagt ist. Die Ankerfeder 36 stützt an eine Auflagefläche 40 an der Innenseite des Ablaufstutzens 34 ab. Bezugszeichen 42 bezeichnet den Ventilsitz, nach dessen Öffnen der Steuerraum 60 des Kraftstoffinjektors 10 druckentlastbar ist. Der Ventilsitz 42 ist durch ein kugelförmig ausgebildetes Schließelement 44 verschließbar, das in einer Kalotte 46 an der Unterseite einer Druckfläche 52 des Grundankers 20 der Ankerbaugruppe 18 aufgenommen ist. Das Schließelement 44 und die Kalotte 46 befinden sich innerhalb eines Sitzraumes 48, in dem der Ventilsitz 42 liegt. Im Sitzraum 48 herrscht Sitzraumdruck 50.

[0028] Figur 2 zeigt die erste Ausführungsvariante des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kraftstoffinjektors mit erfindungsgemäßer Ankerbaugruppe während des Öffnungsvorganges des Ventilsitzes.

[0029] Figur 2 zeigt, dass bei Bestromung des elektrischen Aktuators - hier in Gestalt eines Elektromagneten - innerhalb des Ventilstückes 12 in vertikale Richtung nach oben entgegen der Ankerfederkraft 38 auffährt. Der Grundanker 20 nähert sich der Magnetunterseite 30 an, die den oberen Hubanschlag 26 darstellt. Auf dem Grundanker 20 ist die obere Ankerplatte 22 aufgenommen, auf der wiederum ein Dämpferelement 70 angeordnet ist, welches der Magnetunterseite 30 des Magneten 28 gegenüberliegt. Unterhalb des Grundankers 20 befindet sich am verjüngten Bereich des Ventilstückes 12 ein weiteres Dämpfungselement 76 auf einer Unterseite 74 des Grundankers 20 der Ankerbaugruppe 18. Wie aus der Darstellung gemäß Figur 2 hervorgeht, ist der Ventilsitz 42 geöffnet, so dass Kraftstoff aus dem unter Systemdruck stehenden Steuerraum 60 über die Ablaufdrossel 62 in den Sitzraum 48 abströmt. Der Ventilsitz 42 ist durch das kugelförmige Schließelement 44 freigegeben, das in einer Kalotte 46 an der Druckfläche 52 im unteren Bereich des Grundankers 20 innerhalb des Sitzraumes 48 aufgenommen ist. Im Sitzraum herrscht der Sitzraumdruck 50.

[0030] Bei der in Figur 2 dargestellten Öffnungsbewegung der Ankerbaugruppe 18 in vertikale Richtung nach oben in Pfeilrichtung entgegen der Wirkung der Federkraft 38 fährt die obere Ankerplatte 22 und der aus magnetischem Material gefertigte Grundanker 20 nach oben auf. Die hier kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente 24 werden durch die Beschleunigungskraft des Grundankers 20 bzw. durch den Kraftstoff, welcher die Ankerbaugruppe 18 im Betrieb des Kraftstoffinjektors umgibt, in kegelige Übergangsbereiche 56 gedrückt, so dass die Durchgangsbohrungen 58, die sich von der Unterseite 74 zur Planoberseite des Grundankers 20 erstrecken, beim Öffnen der Ankerbaugruppe 18 geschlossen sind. So werden während der Öffnungsbewegung der Ankerbaugruppe die Stufenbohrungen 58 geschlossen, so dass der Kraftstoff diese nicht durchströmen vermag. Die beim Öffnen des Ventilsitzes 42 aus dem Steuerraum 60 abströmende Menge strömt über in den Figuren 4 bis

6 näher dargestellte, schlitzförmig ausgebildete Kanäle in Richtung einer zentralen Abflussbohrung 68, die den Magneten 28 durchzieht, ab.

[0031] Durch die bei der Öffnungsbewegung der Ankerbaugruppe 18 in die kegligen Übergangsbereiche 56 gedrückten kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente 24 steigt der Strömungswiderstand, der auf die Ankerbaugruppe beim Hindurchbewegen durch den Kraftstoff in Richtung auf den oberen Hubanschlag wirkt, an, so dass die Öffnungsbewegung des Ankers dementsprechend verzögert wird. Die kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente 24 verharren so lange in der in Figur 2 dargestellten Lage, d.h. die Stufenbohrungen 58 verschließend, bis die Ankergruppe 18 den oberen Hubanschlag 26 erreicht hat und somit keine Beschleunigungskraft bzw. Widerstandskraft durch den anstehenden Kraftstoff auf die Verschlusselemente 24 mehr wirkt. Wie aus der Darstellung gemäß Figur 2 hervorgeht, befindet sich oberhalb der oberen Ankerplatte 22 ein Dämpferelement 70, welches zwischen der Unterseite 30 des Magneten 28 und einer Anschlagfläche 72 der oberen Ankerplatte 22 liegt. Dies wird benötigt, um ein Prellen der Ankerbaugruppe 18 am oberen Hubanschlag 26 zu vermeiden.

[0032] Durch die aus Figur 2 hervorgehende Versperung der Stufenbohrungen 58 wird der Druckausgleich zwischen der Anschlagfläche 72 der oberen Ankerplatte 22 und der Unterseite 74 des Grundankers 20 erschwert, was zu der gewünschten Reduzierung der Öffnungsgeschwindigkeit des Ventilsitzes 42 bzw. des Ankerhubes führt.

[0033] Darüber hinaus wird die Öffnungsgeschwindigkeit der Ankerbaugruppe 18 maßgeblich durch die Anzahl von Schlitzen 64, vergleiche Darstellung gemäß der Figuren 4 bis 6, sowie deren Querschnittsfläche beeinflusst.

[0034] Figur 3 zeigt die erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe beim Verschließen des Ventilsitzes.

[0035] Aus der Darstellung gemäß Figur 3 geht hervor, dass gemäß des dort eingezeichneten Pfeiles bei Aufhebung der Bestromung des elektrischen Aktuators in Gestalt eines Magneten 28 die in Figur 1 dargestellte Ankerfeder 36 die Ankerbaugruppe 18 in Richtung des Ventilsitzes 42, d.h. in Schließrichtung bewegt. Der Grundanker 20 sowie die daran aufgenommene obere Ankerplatte 22 fahren in vertikale Richtung nach unten; dabei wird das Schließelement 44 - aufgenommen von der Kalotte 46 - an der Druckfläche 52 des Grundankers 20 in den Ventilsitz 42 gestellt, so dass ein Druckaufbau im Steuerraum 60, der kontinuierlich mit Systemdruck beaufschlagt ist, erfolgt.

[0036] Aus Figur 3 geht des Weiteren hervor, dass während der Schließbewegung die Verschlusselemente 24 durch den Druckanstieg an der Unterseite 74 des Grundankers 20 aus dem kegelig ausgebildeten Übergangsbereich 56 innerhalb der jeweiligen Stufenbohrung 58 herausgedrückt werden, so dass Kraftstoff durch die

nunmehr freigegebenen Stufenbohrungen 58 strömt. Die Verschlusselemente 24 werden nun durch die Unterseite 78 der oberen Ankerplatte 22 gefangen und verbleiben in dieser Position bis die Ankergruppe 18 im unteren Hubanschlag, d.h. im Ventilsitz 42 angelangt ist.

[0037] Bei der Schließbewegung werden somit die Stufenbohrungen 58 freigegeben und führen zu einem schnelleren Druckausgleich zwischen der Anschlagfläche 72, der oberen Ankerplatte 22 und der Unterseite 74 des Grundankers 20. Die Ankerbaugruppe 18 erfährt die maximal mögliche Schließgeschwindigkeit, die maßgeblich durch die Anzahl der noch zu beschreibenden Schlitzze 64, vergleiche Figuren 4, 5, 6 und deren Querschnittsdurchflächen sowie andererseits durch die Anzahl der Stufenbohrungen 58, die im Grundanker 20 ausgebildet sind, bestimmt wird. Nach dem Auftreffen der Ankerbaugruppe 18 bzw. des Schließelementes 44 im Ventilsitz 42 lösen sich die Verschlusselemente 24 durch den Auftreffimpuls von der Unterseite 78 der oberen Ankerplatte 22 ab und gelangen somit zurück in den kegeligen Übergang des Bereichs 56 zwischen den unterschiedlichen Bohrungsabschnitten der Stufenbohrungen.

[0038] Der Darstellung gemäß Figur 4 ist eine Draufsicht auf den Grundanker der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe zu entnehmen.

[0039] Figur 4 zeigt, dass sich beispielsweise in einer 90°-Teilung am oberen Rand des Grundankers 20 ein Abströmen der abgesteuerten Steuermenge begünstigende Schlitze 64 befinden. Wie bereits erwähnt, kann durch die Querschnittsfläche der Schlitze 64 sowie deren Anzahl am Umfang des Grundankers 20 Einfluss auf die Abströmgeschwindigkeit der abgesteuerten Menge in Richtung der zentralen Abflussbohrung 68 genommen werden. Figur 4 zeigt, dass in diesem Ausführungsbeispiel der Grundanker 20 eine Vielzahl von Stufenbohrungen 58 aufweist.

[0040] Figur 5 zeigt einen Grundanker mit in dessen Stufenbohrung eingelassenen Verschlusselementen, die durch die obere Ankerplatte überdeckt sind.

[0041] Figur 5 zeigt, dass analog zur Darstellung gemäß Figur 4 am Umfang des Grundankers 20 eine Anzahl von Schlitzen 64 ausgebildet ist. In die Stufenbohrungen 58, vergleiche Darstellung gemäß Figur 4, sind eine Anzahl von kugelförmig ausgebildeten Verschlusselementen 24 eingelassen. Die Anzahl der Verschlusselemente 24 entspricht der Anzahl der Stufenbohrungen 58, so dass jede der Stufenbohrungen 58 ein kugelförmig ausgebildetes, durch Schwerkraft und den umgebenden Druck betätigtes Verschlusselement 24 aufnimmt. Wie aus der Draufsicht gemäß Figur 5 des Weiteren hervorgeht, werden die Verschlusselemente aufgrund der Geometrie der oberen Ankerplatte 22 durch diese teilweise überdeckt, so dass die Verschlusselemente bei der in Figur 3 dargestellten Schließbewegung der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe jeweils die Stufenbohrungen 58 nicht verlassen können, sondern in diesen gefangenbleiben. Figur 5 zeigt, dass auch an der Oberseite der oberen Ankerplatte 22 eine Anzahl von

weiteren Schlitzen 66 ausgeführt ist, welche ein leichteres Abströmen der aus dem Steuerraum abgesteuerten Kraftstoffmenge in Richtung der zentralen Abflussbohrung 68 ermöglichen.

[0042] Die obere Ankerplatte 22 ist an einem Zapfen 82 geführt, welcher die radiale Länge der hier in 90°-Teilung angeordneten weiteren Schlitze 66 in der oberen Ankerplatte 22 bestimmt.

[0043] Figur 6 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der die obere Ankerplatte 22 die in den in Figur 6 nicht dargestellten Stufenbohrungen 58 gefangenen, kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente 24 vollständig überdeckt. Aufgrund des Fehlens des Zapfens 82 verlaufen die weiteren Schlitze 66 in der oberen Hubplatte 22 durchgängig, d.h. diese bilden ein kreuzförmiges Muster, so dass die Absteuermenge aus dem Steuerraum 60 im Vergleich zur in Figur 5 dargestellten Ausführungsvariante mit dicht durchgängigen Schlitzen, besser abgesteuert werden kann.

[0044] Aus jeder der Darstellung gemäß Figuren 4 bis 6 geht hervor, dass der Grundanker 20 auf seinem Rand verteilt - hier etwa in 90°-Teilung - die Schlitze 64 zum Absteuern der Absteuermenge aufweist. Anstelle der in den Ausführungsvarianten der Figuren 4, 5 und 6 dargestellten Anzahl von Schlitzen 64 können auch einen größeren oder einen kleineren Querschnitt aufweisende Schlitze 64 in beliebiger Konfiguration am Umfang des Grundankers 20 ausgebildet sein.

[0045] Figur 7 zeigt eine weitere zweite Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung, bei der anstelle der kugelförmig ausgebildeten Verschlusselemente ein im Wesentlichen scheibenförmiges deformierbar ausgebildetes biegsames Dämpfungselement zum Einsatz kommt.

[0046] In Figur 7 ist die Öffnungsbewegung der Ankerbaugruppe gemäß der zweiten Ausführungsvariante gezeigt, wonach analog zur ersten Ausführungsvariante der Ventilsitz 42 bei der Öffnungsbewegung der Ankerbaugruppe 18 durch das Schließelement 44 freigegeben wird. In diesem Falle erfolgt ein Abströmen von Kraftstoff aus dem mit Systemdruck beaufschlagten Steuerraum 60 über die Ablaufdrossel 62 in den Ankerraum des Kraftstoffinjektors 10.

[0047] In der in Figur 7 dargestellten Ausführungsvariante sind die Verschlusselemente 24 gemäß der ersten in den Figuren 1, 2, 3 und 5 dargestellten Ausführungsvariante durch das biegsame scheibenförmig ausgebildete Dämpfungselement 90 ersetzt. Das Dämpfungselement 90 überdeckt Durchflussbohrungen 94, die im Grundanker 20 ausgeführt sind. Das biegsame Dämpfungselement 90 wird über die Scheibe 92 auf der Oberseite des Grundankers 20 befestigt. Analog zur in Figur 4 dargestellten Ausführungsvariante, wonach die Stufenbohrungen 58 in einer Verteilernut 54 münden, münden die Durchflussbohrungen 94 in einer umlaufend ausgebildeten Verteilernut 96, vergleiche Darstellung gemäß Figur 9. Bei der Aufwärtsbewegung wird das biegsame Dämpfungselement 90 durch den im Ankerraum vorhan-

denen Kraftstoff beaufschlagt, so dass das biegsame Dämpfungselement 90 die Durchflussbohrungen 94 verschließt. Aufgrund des höheren Strömungswiderstandes im Ankerraum fährt der Grundanker 20 und damit die gesamte Ankerbaugruppe 18 mit einer verringerten Geschwindigkeit auf die Magnetunterseite 30 des Magneten 28 zu, wobei die Magnetunterseite 30 den oberen Hubanschlag 26 der Ankerbaugruppe 18 darstellt. Das biegsame Dämpfungselement 90 kann gleichzeitig als Abstandhalter in Bezug auf den oberen Hubanschlag 26, gegeben durch die Magnetunterseite 30 dienen. Das Dämpfungselement 90 stellt ein nichtmagnetisches Bauteil dar. Da das biegsame Dämpfungselement 90 bei der Öffnungsbewegung der Ankerbaugruppe 18 komplett in eine Vertiefung 100, die sich an der Ankerplattenoberseite 102 befindet, eintaucht, sind die Durchflussbohrungen 94, die in die umlaufende Verteilernut 96 münden, bei der Öffnungsbewegung verschlossen. Wie aus Figur 9 hervorgeht, liegt das biegsame Dämpfungselement 90 komplett in der Vertiefung 100 an. Die Tiefe dieser Vertiefung 100 richtet sich nach einem Restluftspalt 98 und nach einer Dicke 114, in der das biegsame Dämpfungselement 90 ausgeführt ist.

[0048] Figur 8 zeigt die Schließbewegung der zweiten Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe bei Aufhebung der Bestromung des Magneten.

[0049] Figur 8 ist zu entnehmen, dass durch die Federkraft 38 der in Figur 1 dargestellten Ankerfeder 36 eine vertikale Abwärtsbewegung des Grundankers 20 der Ankerbaugruppe 18 in Richtung auf den Ventilsitz 42 im Ventilstück 12 erfolgt. Beim Ventilschließen entsteht durch den Zustrom von Kraftstoff durch die Durchflussbohrungen 94 ein Staudruck in der Verteilernut 96. Die Deformierbarkeit des im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildeten Dämpfungselements 90 lässt ein Abströmen des Kraftstoffes zu, da das biegsame Dämpfungselement 90 in seinen Randbereichen von der Anlagefläche, d.h. von der Vertiefung 100 weggedrückt wird, vergleiche ausgelenkte Darstellung 106 in Figur 8, so dass die Durchflussbohrungen 94 freigegeben werden. Dies bedeutet, dass der Grundanker 20 im Wesentlichen ungedrosselt bis zum Erreichen seines Ventilsitzes 42 im Ventilstück 12 verfährt, solange, bis die Unterseite 74 des Grundankers 20 durch das weitere Dämpfungselement 76 zur Vermeidung von Prellern erreicht wird.

[0050] Der Darstellung gemäß Figur 8 ist darüber hinaus zu entnehmen, dass das biegsame Dämpfungselement 90 - hier dargestellt in seiner ausgelenkten Lage 106 - durch die Scheibe 92, die teilweise in die zentrale Abflussbohrung 68 eintaucht, an der oberen Planseite des Grundankers 20 fixiert ist. Figur 8 zeigt, dass der Steuerraum 60 über die Ablaufdrossel 62 solange in den Sitzraum 48 druckentlastet wird, solange der Ventilsitz 42 nicht durch das kugelförmig ausgebildete Schließelement 44, gehalten in der Kalotte 46, verschlossen ist.

[0051] Der Darstellung gemäß Figur 9 ist in vergrößertem Maßstab zu entnehmen, wie das nichtdeformierte

biegsame Dämpfungselement 90 mit seinem Außenrand in die Vertiefung 100 an der oberen Planseite des Grundankers 20 eintaucht. Die Tiefe der Vertiefung 100 an der Ankerplattenoberseite 102 richtet sich nach dem gewünschten Restluftspalt 98 und der Dicke 114 des biegsamen Dämpfungselementes 90. Figur 9 zeigt des Weiteren, dass die Durchflussbohrungen 94 in die umlaufende Verteilernut 96, die in der Ankerplattenoberseite 102 umlaufend verläuft, münden.

[0052] Figur 10 zeigt eine weitere, dritte Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ankerbaugruppe mit reduzierter Öffnungs- und gesteigerter Schließgeschwindigkeit.

[0053] Im Unterschied zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten weist der Grundanker 20 der Ankerbaugruppe gemäß der Figuren 10 und 11 Ankerschlitz auf. Magnetanker, die bei Magnetaktuatoren eingesetzt werden, weisen üblicherweise aus Gründen des magnetischen Flusses, Schlitz auf, so dass sich die dritte Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung zur Applikation an solchen Anker anbietet.

[0054] Wie aus Figur 10 hervorgeht, befindet sich an der oberen Planseite des Grundankers 20 der Ankerbaugruppe 18 analog zur zweiten Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung das biegsam im Wesentlichen scheibenförmig ausgebildete Dämpfungselement 90. Dieses überdeckt Schlitz 104, von denen in der Zeichenebene gemäß Figur 10 zwei dargestellt sind. Abhängig von der Anzahl der Ankerschlitz 104 im Grundanker 20, vergleiche Darstellung gemäß Figur 12, nimmt das biegsame Dämpfungselement 90 beispielsweise ein kreuzförmiges Aussehen 112 wie in Figur 12 dargestellt ein, oder kann auch als vollrundflächiges Dämpfungselement ausgebildet sein, eben in Scheibenform. Bei der Bestromung des Magneten 28 verfährt der Grundanker 20 der Ankerbaugruppe 18 gemäß Pfeil in vertikale Richtung nach oben und nähert sich einem oberen Hubanschlag 26 gegeben durch die Magnetunterseite 30 des Magneten 28 an. Das biegsame Dämpfungselement 90 ist durch die Scheibe 92 mit dem Grundanker 20 verbunden. Die Scheibe 92 ragt zum Teil in die zentrale Abflussbohrung 68 des Kraftstoffinjektors 10 hinein. Ein weiteres Dämpfungselement 76 befindet sich unterhalb der Unterseite 74 des Grundankers 20 und bildet eine untere Dämpfung für die Ankerhubbewegung.

[0055] Analog zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsvarianten der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung umfasst der Grundanker 20 die Druckfläche 52, an der sich die Kalotte 46 befindet. Die Kalotte 46 umschließt teilweise das hier kugelförmig ausgebildete Schließelement 44, mit dem der Ventilsitz 42 im Ventilstück 12 verschlossen wird. Dadurch wird ein Abströmen von Kraftstoff aus dem Steuerraum 60 über die Ablaufdrossel 62 und den Ablaufkanal, der im Sitzraum 48 mündet, verhindert.

[0056] Bei der Aufwärtsbewegung, d.h. der Öffnungs-

bewegung des Grundankers 20 werden die Ankerschlitz 104 durch das die obere Planseite des Grundankers 20 überdeckende biegsame Dämpfungselement 90 verschlossen, da sich im Ankerraum Kraftstoff befindet, der aus dem Spalt zwischen der Magnetunterseite 30 und der Oberseite des biegsamen Dämpfungselements verdrängt wird, so dass die Öffnungsgeschwindigkeit der Ankerbaugruppe 18 herabgesetzt wird.

[0057] Demgegenüber wird bei der in Figur 11 dargestellten Schließbewegung der Ankerbaugruppe in der dritten Ausführungsvariante ein ähnlicher Effekt erzielt, wie bereits vorstehend im Zusammenhang mit der zweiten Ausführungsvariante bei deren Schließbewegung in Figur 8 beschrieben wurde.

[0058] Bei der vertikalen Abwärtsbewegung in Schließrichtung auf den Ventilsitz 42 zu biegen, erreicht das beispielsweise komplementär zur Anzahl der Ankerschlitz 104 ausgebildete, beispielsweise eine Kreuzform 110 annehmende biegsame Dämpfungselement 90 in einen ausgelenkten Zustand 106. Dadurch vermag Kraftstoff durch die Ankerschlitz 104 zu strömen, so dass der Strömungswiderstand, welchen der Grundanker 20 bei seiner Abwärtsbewegung, d.h. bei seiner Bewegung in Schließrichtung erfährt, signifikant herabgesetzt wird, so dass die Schließbewegung der Ankerbaugruppe 18 samt Grundanker 20 wesentlich schneller erfolgt als dessen Öffnungsbewegung, vergleiche Darstellung gemäß Figur 10, bei der der Strömungswiderstand im Ankerraum durch die verschlossenen Ankerschlitz 104 erheblich größer ist.

[0059] Figur 12 ist eine Draufsicht auf einen Grundanker mit Ankerschlitz 104 zu entnehmen, wobei in dieser dritten Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung das biegsame Dämpfungselement komplementär zur Anzahl der Ankerschlitz 104 eine Kreuzform 110 aufweist. Weitere, im Grundanker 20 vorhandene Durchflussbohrungen 108 stehen kontinuierlich offen, d.h. sind nicht von einem auslenkbaren biegsamen Dämpfungselement 90 überdeckt. Anstelle der in der Draufsicht gemäß Figur 12 dargestellten Kreuzform 110 kann das verformbare biegsame Dämpfungselement komplementär zur Anzahl der Ankerschlitz 104 im Grundanker auch eine andere Geometrie aufweisen.

[0060] Der Darstellung in Figur 13 ist der Schnittverlauf XIII - XIII gemäß der Darstellung in Figur 12 zu entnehmen. Aus Figur 13 geht hervor, dass in die Ankerplattenoberseite 102 im Bereich der Ankerschlitz 104 jeweils eine Vertiefung 100 eingebracht ist, in welche einzelne Arme 112 des in Kreuzform 110 ausgebildeten, biegsamen Dämpfungselementes 90 eintauchen, so dass die Ankerschlitz 104 - wie in Figur 13 gezeigt - flächig verschlossen sind.

[0061] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung gemäß ihrer drei vorstehend dargestellten Ausführungsvarianten kann bei nicht druckausgeglichenen Magnetventilkraftstoffinjektoren eingesetzt werden, die mit einem sehr hohen Systemdruckniveau betrieben werden.

Die Höhe des Ankerhubes der Ankerbaugruppe 12 bei entsprechender Hochdruckleistungsfähigkeit verlangt bei dieser Anwendung einen Funktionsbereich, bei dem sich der Ankerhub im ballistischen Betriebsbereich befindet.

[0062] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung kann darüber hinaus auch bei druckausgeglichenen Magnetventilinjektoren eingesetzt werden, da bei ständig steigendem Raildruck, d.h. ständig steigendem Systemdruck auch bei diesem, die durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung beseitigten Probleme auftreten können.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (10) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine mit einem elektrischen Aktuator (28), insbesondere einem Elektromagneten, mit dem ein Schließelement (44) betätigbar ist, das einen Ablauf (62) eines Steuerraumes (60) freigibt oder verschließt, wobei ein das Schließelement (44) betätigender Anker (18, 20) Öffnungen (58, 94, 104) aufweist, die beim Schließen des Schließelementes (44) geöffnet und beim Öffnen des Schließelementes (44) verschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Öffnungen (58) schwerkraftbetätigte Verschlusselemente (24) in Kugelform aufgenommen sind.
2. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungen als Stufenbohrungen (58), als Durchgangsbohrungen (94) oder als Ankerschlitze (104) ausgeführt sind.
3. Kraftstoffinjektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (20) durch eine Ankerfeder (36) in Schließrichtung eines Ventilsitzes (42) beaufschlagt ist.
4. Kraftstoffinjektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungen (58, 94) des Ankers (20) in eine umlaufend ausgeführte Verteilernut (54, 96) münden.
5. Kraftstoffinjektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die als Stufenbohrungen (58) ausgeführten Öffnungen einen kegelförmig ausgeführten Übergangsbereich (56) zwischen voneinander verschiedenen Durchmesser aufweisenden Bohrungsabschnitten umfassen.
6. Kraftstoffinjektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (20) mindestens einen Ablaufschlitz (64) auf-

weist, über welchen eine aus dem Steuerraum (60) bei Öffnen des Ventilsitzes (42) abgesteuerte Menge einem zentralen Ablauf (34, 68) zuströmt.

- 5 7. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kugelförmigen Verschlusselemente (24) durch eine einen Anschlag (72) darstellende Ankerplatte (22) zumindest teilweise überdeckt sind.
- 10 8. Kraftstoffinjektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungen (94, 104) durch ein scheibenförmiges an einer Ankerplattenoberseite (102) aufgenommenes, biegsames Dämpfungselement (90) freigebbar oder verschließbar sind.
- 15 9. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe einer Vertiefung (100) an der Ankerplattenoberseite (102) einen Restluftspalt (98) zwischen dem Anker (20) und dem Hubanschlag (26) des Ankers (20) definiert.
- 20 10. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Restluftspalt (98) durch eine Dicke (114) des biegsamen Dämpfungselementes (90) definiert ist.
- 25 11. Kraftstoffinjektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankerschlitze (104) im Anker (20) durch ein eine Kreuzform (110) aufweisendes biegsames Dämpfungselement (90) freigebbar oder verschließbar sind.
- 30 12. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (20) eine Anzahl von Durchflussbohrungen (108) umfasst, die einen kontinuierlichen Durchtritt von Kraftstoff während der Hubbewegung des Ankers (20) zulassen.
- 35 13. Kraftstoffinjektor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Ankerplatte (22) durchgängig verlaufende Schlitze (66) aufweist, die eine verbesserte Abführung aus dem Steuerraum (60) abgesteuerter Menge ermöglicht.

Claims

- 50 1. Fuel injector (10) for injecting fuel into the combustion chamber of an internal combustion engine, having an electric actuator (28), in particular an electromagnet, by way of which a closing element (44) which opens up or closes off an outlet (62) of a control chamber (60) can be actuated, wherein an armature (18, 20) which actuates the closing element (44) has
- 55

- openings (58, 94, 104) which are opened during the closing of the closing element (44) and which are closed during the opening of the closing element (44), **characterized in that** gravitational-force-actuated closure elements (24) of spherical shape are received in the openings (58).
2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the openings are in the form of stepped bores (58), passage bores (94) or armature slots (104).
 3. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the armature (20) is acted on in a closing direction of a valve seat (42) by an armature spring (36).
 4. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the openings (58, 94) of the armature (20) open into a distributor groove (54, 96) of encircling form.
 5. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the openings, which are in the form of stepped bores (58), comprise a conical transition region (56) between bore sections which have mutually different diameters.
 6. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the armature (20) has at least one outlet slot (64) via which a quantity discharged from the control chamber (60) upon opening of the valve seat (42) flows to a central outlet (34, 68).
 7. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the spherical closure elements (24) are at least partially covered by an armature plate (22) which constitutes a stop (72).
 8. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the openings (94, 104) can be opened up or closed off by way of a disk-shaped, flexible damping element (90) which is held on an armature-plate top side (102).
 9. Fuel injector according to Claim 8, **characterized in that** the depth of a depression (100) on the armature-plate top side (102) defines a residual air gap (98) between the armature (20) and the stroke stop (26) of the armature (20).
 10. Fuel injector according to Claim 9, **characterized in that** the residual air gap (98) is defined by a thickness (114) of the flexible damping element (90).
 11. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the armature slots (104) in the armature (20) can be opened up or closed off by way of a flexible damping element (90)
- which has a cross shape (110).
12. Fuel injector according to Claim 11, **characterized in that** the armature (20) comprises a number of throughflow bores (108) which permit a continuous passage of fuel during the stroke movement of the armature (20).
 13. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the upper armature plate (22) has slots (66) which run all the way through and which allow the quantity discharged from the control chamber (60) to be conducted away in an improved manner.

Revendications

1. Injecteur de carburant (10) destiné à injecter du carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant un actionneur électrique (28), notamment un électroaimant, avec lequel peut être actionné un élément de fermeture (44) qui libère ou ferme un écoulement (62) d'un espace de commande (60), un induit (18, 20) actionnant l'élément de fermeture (44) possédant des ouvertures (58, 94, 104) qui sont ouvertes lors de la fermeture de l'élément de fermeture (44) et qui sont fermées lors de l'ouverture de l'élément de fermeture (44), **caractérisé en ce que** des éléments de fermeture (24) de forme sphérique actionnés par la gravité sont logés dans les ouvertures (58).
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les ouvertures sont réalisées sous la forme d'ouvertures étagées (58), sous la forme d'ouvertures traversantes (94) ou sous la forme de fentes d'induit (104).
3. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'induit (20) est chargé par un ressort d'induit (36) dans le sens de la fermeture d'un siège de soupape (42).
4. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ouvertures (58, 94) de l'induit (20) débouchent dans une rainure de distribution (54, 96) réalisée circonférentiellement.
5. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ouvertures réalisées sous la forme d'ouvertures étagées (58) comprennent une zone de transition (56) réalisée de forme conique entre les portions de perçage qui présentent des diamètres mutuellement différents.

6. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'induit (20) possède au moins une fente d'induit (64) par le biais de laquelle une quantité éjectée depuis l'espace de commande (60) lors de l'ouverture du siège de soupape (42) afflue vers un écoulement central (34, 68) . 5
7. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments de fermeture (24) de forme sphérique sont recouverts au moins partiellement par une plaque d'induit (22) représentant une butée (72). 10
8. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les ouvertures (94, 104) peuvent être libérées ou fermées par un élément d'amortissement (90) flexible en forme de disque accueilli sur un côté supérieur de plaque d'induit (102). 15 20
9. Injecteur de carburant selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la profondeur d'un creux (100) sur le côté supérieur de plaque d'induit (102) définit un entrefer résiduel (98) entre l'induit (20) et la butée de course (26) de l'induit (20). 25
10. Injecteur de carburant selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'entrefer résiduel (98) est défini par une épaisseur (114) de l'élément d'amortissement (90) flexible. 30
11. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fentes d'induit (104) dans l'induit (20) peuvent être libérées ou fermées par un élément d'amortissement (90) flexible ayant la forme d'une croix (110). 35
12. Injecteur de carburant selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'induit (20) comprend une pluralité d'ouvertures d'écoulement (108) qui permettent une traversée continue du carburant pendant le mouvement d'excursion de l'induit (20). 40
13. Injecteur de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaque d'induit (22) supérieure possède des fentes (66) ininterrompues qui permettent une évacuation améliorée de la quantité éjectée depuis l'espace de commande (60). 45 50

55

Fig. 1

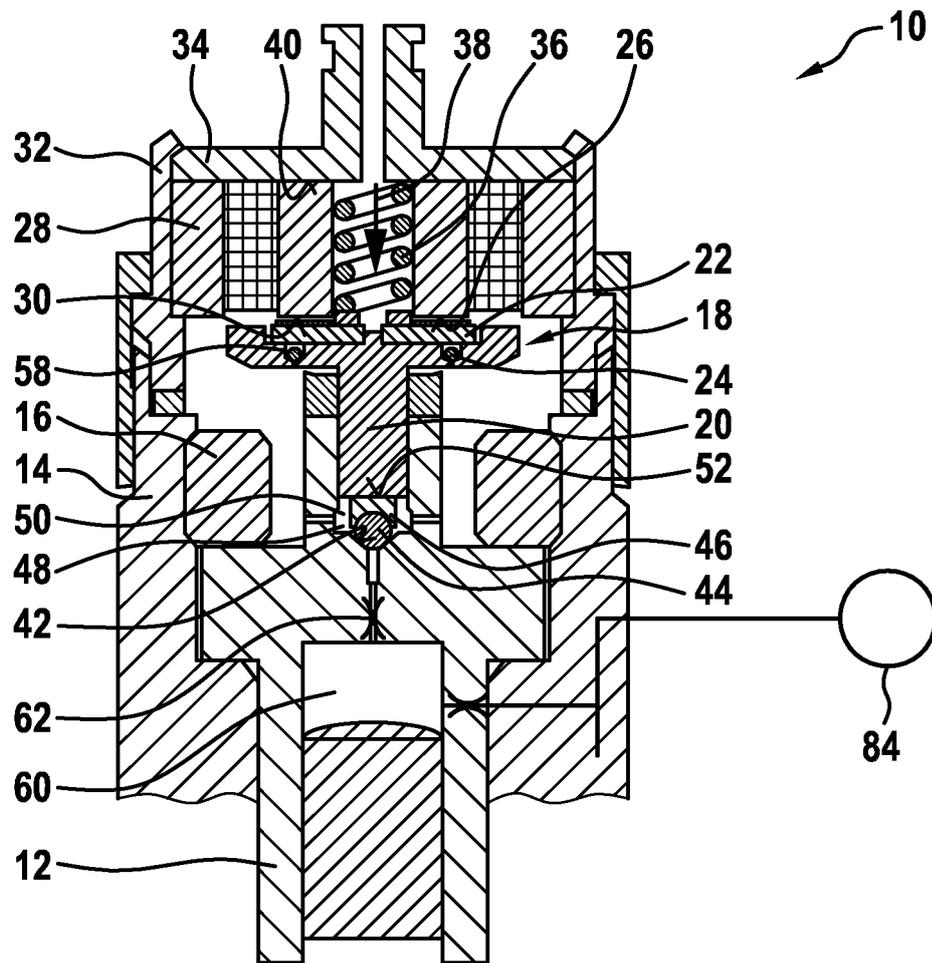


Fig. 2

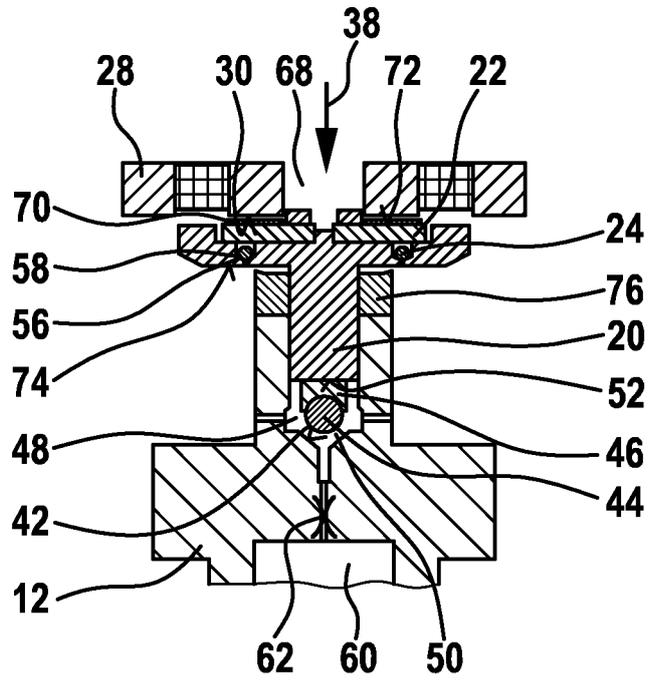


Fig. 3

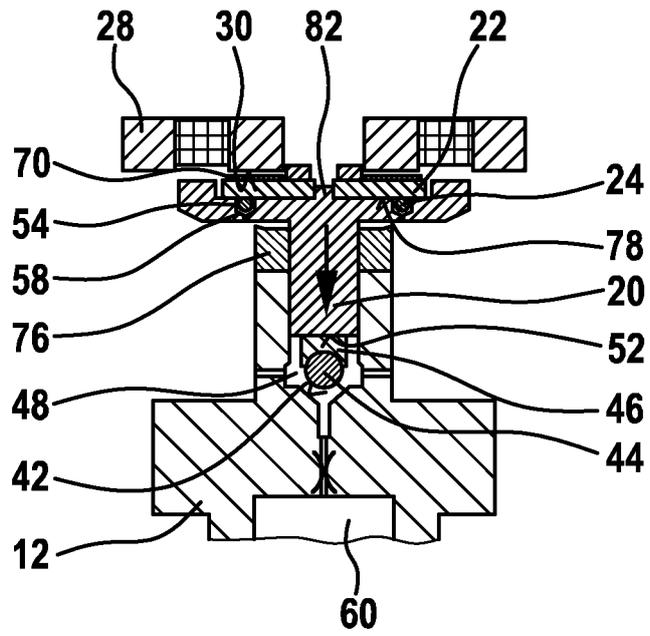


Fig. 4

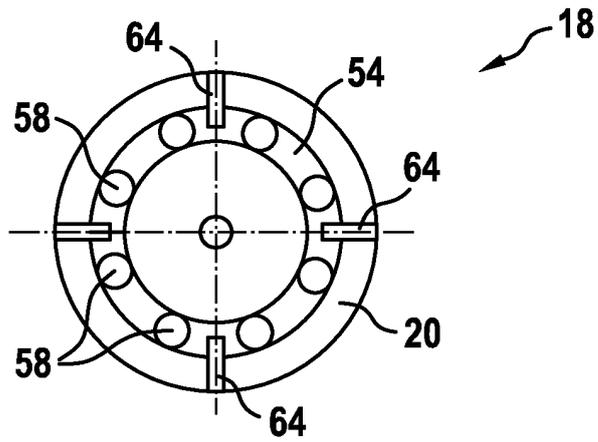


Fig. 5

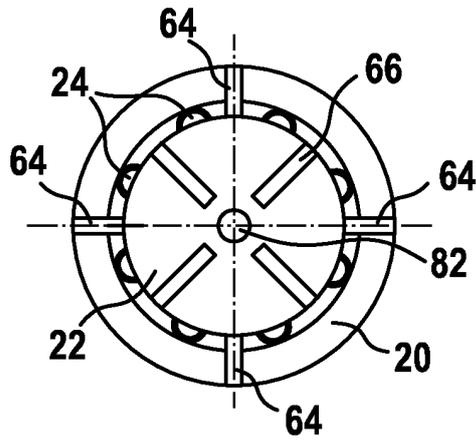


Fig. 6

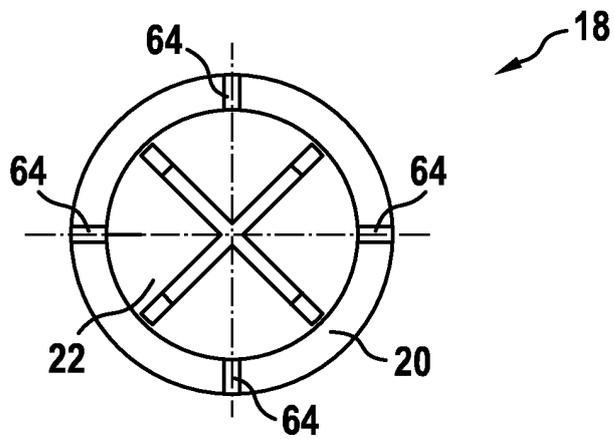


Fig. 7

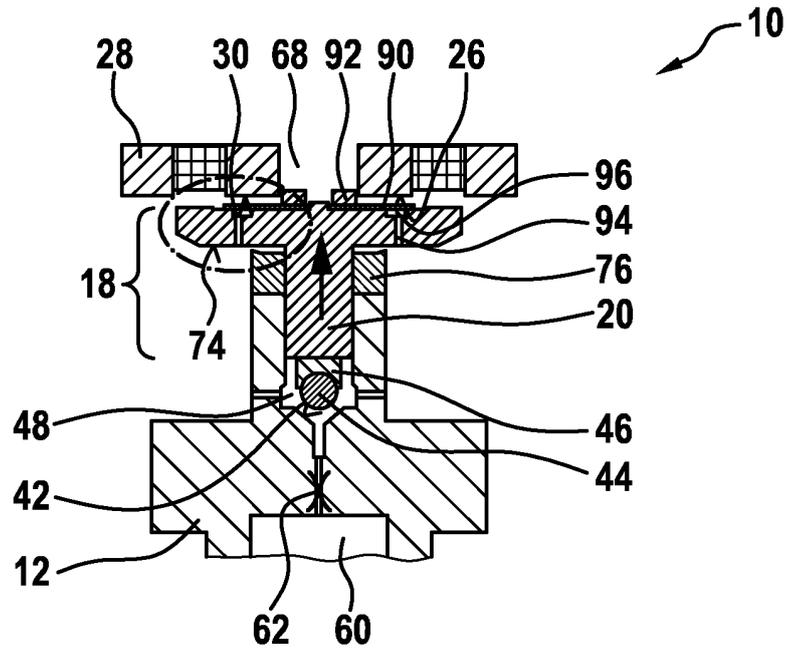


Fig. 8

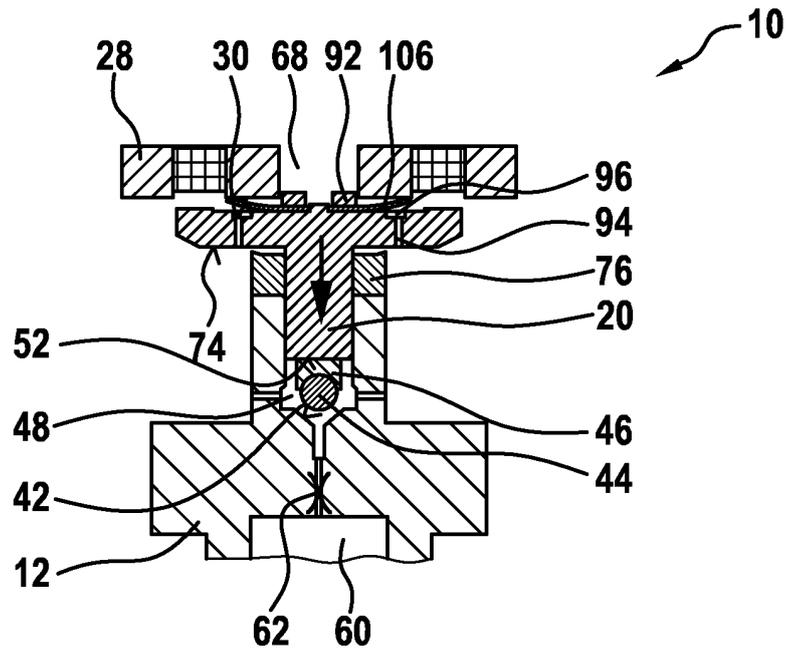


Fig. 9

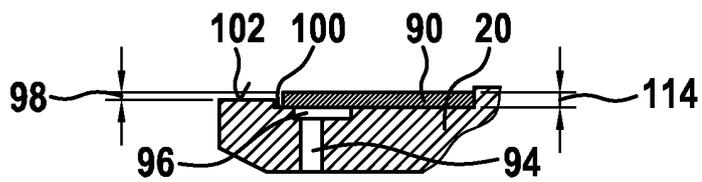


Fig. 10

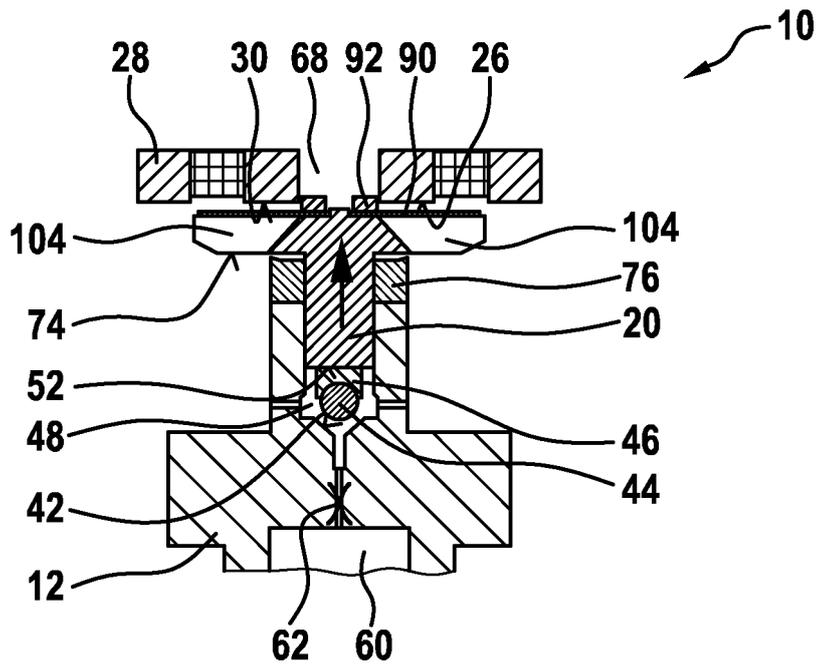


Fig. 11

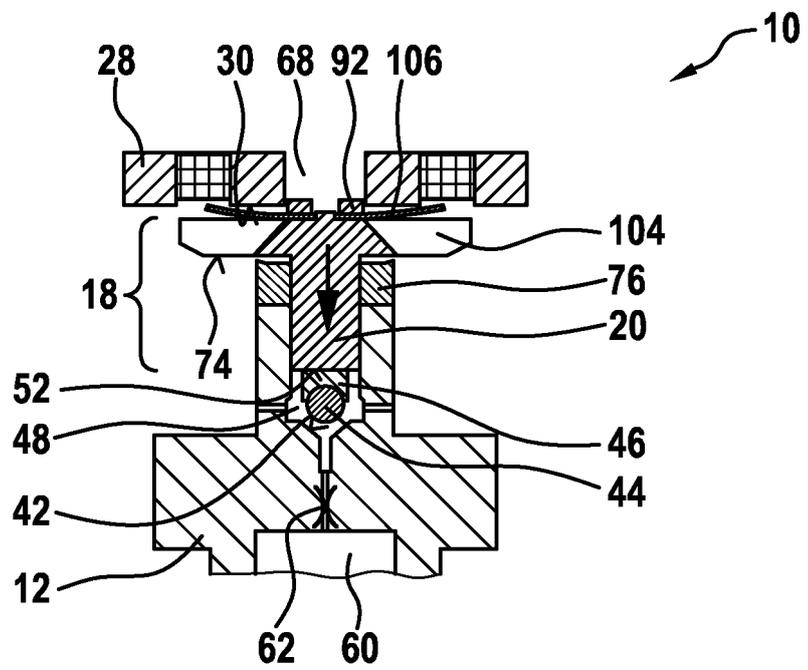


Fig. 12

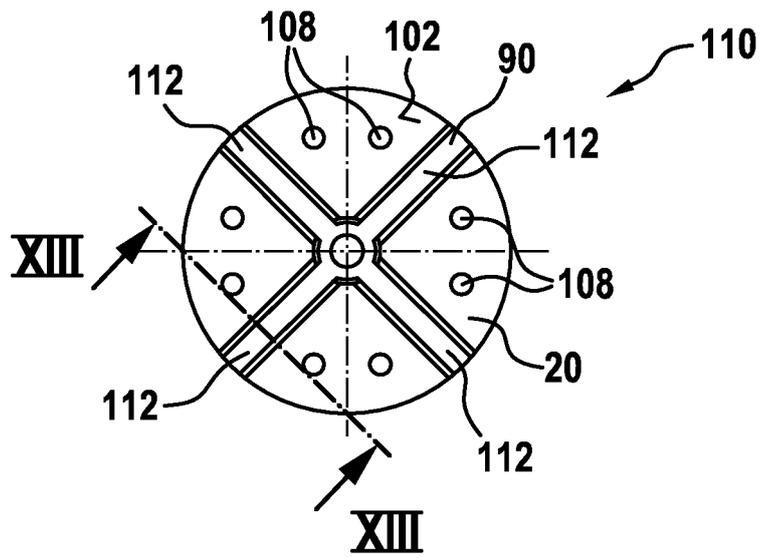
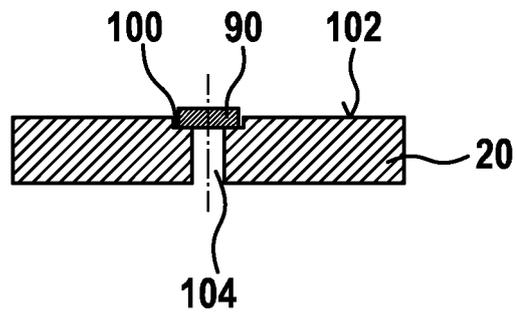


Fig. 13



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 102007001554 A1 [0001]
- FR 2954806 A1 [0003]