

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 82111364.4

⑤ Int. Cl.³: **F 02 M 45/12, F 02 M 61/08,**
F 02 M 45/08

⑱ Anmeldetag: 08.12.82

③① Priorität: 12.12.81 DE 3149276

⑦① Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH, Postfach 50,**
D-7000 Stuttgart 1 (DE)

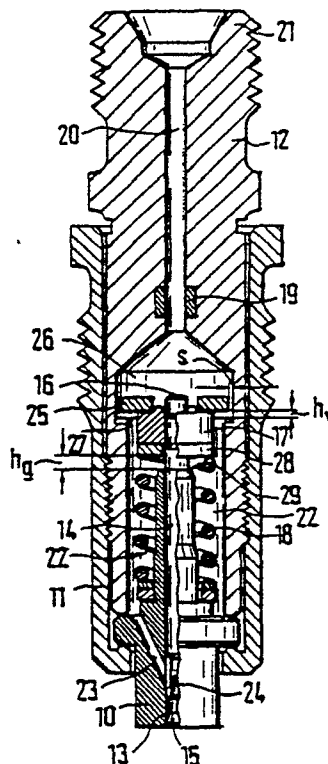
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 22.06.83
Patentblatt 83/25

⑦② Erfinder: **Füssner, Paul, Dipl.-Ing.,**
Sommerhofenstrasse 167, D-7032 Sindelfingen (DE)
Erfinder: **Hofmann, Karl, Amselweg 22,**
D-7148 Remseck 1 (DE)
Erfinder: **Komaroff, Iwan, Schwabelweiser Weg 13a,**
D-8400 Regensburg (DE)
Erfinder: **Itoh, Katsuoki, Dipl.-Ing., Eltinger Strasse 13,**
D-7250 Leonberg (DE)
Erfinder: **Seifert, Kurt, Mutzenreisstrasse 13,**
D-7250 Esslingen (DE)
Erfinder: **Trachte, Dietrich, Dipl.-Ing., Kopernikusweg 2,**
D-7014 Kornwestheim (DE)
Erfinder: **Vogel, Wilhelm, Dr., Dipl.-Ing.,**
Burckhardstrasse 24, D-7000 Stuttgart 50 (DE)
Erfinder: **Vogtmann, Hans-Jörg, Dipl. Ing.,**
Schellingstrasse 2, D-7145 Markgröningen (DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**

⑤④ **Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen.**

⑤⑦ Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen, mit einer Ventalnadel (14, 69), die verzögert in eine Zwischenstellung und danach rasch in ihre Endstellung gelangt. Die Ventalnadel (14) ist kraftschlüssig mit einem Zusatzkörper (25, 36, 96, 104) gekoppelt, der infolge seiner Maße und/oder hydraulisch die Bewegung der Ventalnadel (14, 69) über einen ersten Teilhub hinweg dämpft. Am Ende dieses Teilhubs schlägt der Zusatzkörper an einer gehäusefesten Schulter (27, 57, 88, 119) an, worauf die Ventalnadel (14, 69) nach Erreichen eines deutlich höheren Kraftstoffdruckes vom Zusatzkörper getrennt und rasch in die Offenstellung überführt wird. In besonderen Fällen können auch zwei Zusatzkörper (36, 35 bzw. 96, 94) vorgesehen sein, die nacheinander von der Ventalnadel (14, 69) ab- und beim Schließen des Ventils wieder angekoppelt werden. Mit einer derartigen Anordnung kann der Einspritzvorgang freizügiger als bei den bekannten Einspritzdüsen einem angestrebten Verlauf angepaßt werden.



R. 17533

4.11.1981 Ki/Le

0081806

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einspritzdüse nach der Gattung des Hauptanspruchs. Bei diesen Einspritzdüsen hat der Einspritzverlauf eine erste Phase, in welcher eine Voreinspritzung des Kraftstoffs erfolgt. In dieser ersten Phase legt das Ventilschließglied seinen ersten Teilhub zurück. An die erste Phase schließt sich eine zweite, dem zweiten Teilhub des Ventilschließglieds entsprechende Phase an, in welcher die Hauptkraftstoffmenge eingespritzt wird. Das Bestreben geht dahin, die erste Phase zur Verbesserung des Leerlauf- und Teillastverhaltens zeitlich möglichst zu strecken, und in der zweiten Phase das Ventilschließglied möglichst schnell in die Endstellung zurückzuführen, damit die Hauptkraftstoffmenge rasch und vollständig eingespritzt werden kann. Beim Schließen des Ventils soll sich das Ventilschließglied zunächst schnell zurückbewegen, dann aber rechtzeitig abgebremst werden, damit Preller beim Aufsetzen

...

auf den Ventilsitz vermieden werden.

Bei einer bekannten Einspritzdüse der genannten Gattung (CH-PS 329 505, Figur 4) ist der Zusatzkörper durch eine Stützscheibe gebildet, welche verschiebbar auf dem als Ventilnadel ausgebildeten Ventilschließglied angeordnet ist. Die Stützscheibe ist durch eine Zusatzfeder gegen einen Ringbund der Ventilnadel gedrückt, welche der Schließfeder entgegenwirkt. Am Ende des ersten Teilhubs schlägt die Stützscheibe formschlüssig an gehäusefesten Anschlag an, welcher danach die Zusatzfederkraft auffängt. Beim zweiten Teilhub wirkt sich daher die Kraft der Schließfeder voll auf die Ventilnadel aus. Bei dieser Ausführung wird zwar auch eine sprunghafte Änderung des Öffnungsdruck- bzw. Rückführkraftverlaufs am Ende des ersten Teilhubes des Ventilschließglieds erzielt. Nachteilig ist jedoch, daß beide Federn sorgfältig aufeinander abgestimmt werden müssen und daß die Möglichkeiten zum Beeinflussen des Einspritzverlaufs doch begrenzt sind.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Anordnung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den demgegenüber den Vorteil, daß die vom Zusatzkörper auf das Ventilschließglied einwirkende Kraft nicht mehr die Schließkraft als solche, sondern im wesentlichen die Größe des Öffnungsdrucksprungs am Beginn des zweiten Teilhubs beeinflusst. Dadurch kann der Einspritzvorgang freizügiger als bei der bekannten Anordnung dem angestrebten Verlauf angepaßt werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der im Hauptanspruch angegebenen Anordnung möglich.

...

Der Drucksprung im Öffnungsdruckverlauf läßt sich zeitlich begrenzen, wenn der Zusatzkörper gemäß den Merkmalen des Anspruchs 2 im zweiten Teilhubbereich vom Ventilschließglied entkoppelt ist.

Der Zusatzkörper kann beispielsweise durch mechanische Rastmittel mit dem Ventilschließglied koppelbar sein. In diesem Fall kann das bewegliche Rastglied am Zusatzkörper oder am Ventilschließglied verschiebbar geführt sein und mit einer Rastschulter des anderen Teils zusammenwirken.

Eine einfache und verschleißfreie Ausbildung ergibt sich, wenn der Zusatzkörper durch Magnetkraft mit dem Ventilschließglied gekoppelt ist, die vorzugsweise durch einen Permanentmagnetkörper hervorgerufen sein kann (Ansprüche 3 und 4).

Im einfachsten Fall kann gemäß Anspruch 5 der Zusatzkörper selbst als Permanentmagnetkörper ausgebildet sein.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich jedoch, wenn der die Magnetkraft erzeugende Permanentmagnetkörper gemäß Anspruch 6 am Zusatzkörper bzw. am Ventilschließglied befestigt oder in eines dieser Teile eingebettet ist.

Der Zusatzkörper kann in diesem Fall gemäß Anspruch 7 als hydraulisches Dämpfungsglied und/oder gemäß Anspruch 9 als Zusatzmasse ausgebildet sein. In manchen Fällen kann es vorteilhaft sein, gemäß Anspruch 10 mehrere Zusatzkörper vorzusehen, die zeitlich nacheinander vom Ventilschließglied entkoppelt und beim Schließen des Ventils an das Ventilschließglied wieder angekoppelt werden. Die Anordnung kann auch so getroffen sein, daß die

...

geschwindigkeits- oder beschleunigungsabhängige Dämpfungswirkung des entsprechend gelagerten und/oder ausgebildeten Zusatzkörpers dessen auf das Ventilschließglied am Ende des ersten bzw. des zweiten Teilhubs vorübergehend ausgeübte Haltekraft überwiegt oder überhaupt entbehrlich macht. In diesem Fall brauchen die Mittel zum lösbaren Koppeln des Zusatzkörpers mit dem Ventilschließglied nur so ausgebildet und bemessen sein, daß sie ein durch die Dämpfungswirkung und/oder die Massesträgheit verursachtes vorzeitiges Lösen der Teile verhindert.

Bei Ausbildung des Zusatzkörpers als hydraulisches Dämpfungsglied und als Massekörper ist es vorteilhaft, den Zusatzkörper bereits am Beginn der Öffnungsbewegung oder entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 11 kurz danach mit dem Ventilschließglied zu koppeln.

Eine weitere Möglichkeit, den Einspritzverlauf optimal an gegebene Verhältnisse anzupassen, läßt sich mit den Merkmalen der Ansprüche 12 und 13 erreichen. Beim Schließen des Ventils führen diese Merkmale zu einem Kraftsprung, in dessen Folge die Schließbewegung stärker beschleunigt wird.

Wenn das Magnetsystem gemäß Anspruch 14 mit einem Anfangsluftspalt versehen wird, können Preller beim Aufsetzen des Ventilschließglieds auf den Ventilsitz auch in ungünstigen Fällen wirkungsvoll unterdrückt werden.

Zeichnung

Vier Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung nä-

...

her erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine Einspritzdüse gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel im Schnitt,

Figur 1a eine Einzelheit der Figur 1 vergrößert dargestellt,

Figur 2 das Mengendiagramm und

Figur 3 das Kraftdiagramm der Einspritzdüse nach Figur 1,

Figur 4 das zweite Ausführungsbeispiel im Schnitt und

Figur 5 sein Kraftdiagramm,

Figur 6 das dritte und

Figur 7 das vierte Ausführungsbeispiel im Schnitt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Einspritzdüse nach Figur 1 hat einen Düsenkörper 10, der durch eine Überwurfmutter 11 an einem Düsenhalter 12 festgespannt ist. Im Düsenkörper 10 ist ein sich nach außen öffnender Ventilsitz 13 gebildet und eine Ventilnadel 14 verschiebbar geführt, welche an ihrem brennraumseitigen Ende mit einem Dichtkegel 15 versehen ist. Am anderen Ende hat die Ventilnadel 14 einen Kopf 16, an dessen unterer Ringschulter eine Stützscheibe 17 anliegt. An dieser greift eine Schließfeder

...

18 an, welche die Ventilnadel 14 nach oben zu verschieben trachtet, bis der Dichtkegel 15 am Ventilsitz 13 zur Anlage kommt. Der Düsenhalter 12 enthält eine Zulaufbohrung 20, die von einem Anschlußstutzen 21 in eine Kammer 22 führt, in welcher die Schließfeder 18 angeordnet ist. Von der Kammer 22 führt eine schräge Bohrung 23 im Düsenkörper 10 in einen Ringraum 24, der zwischen der Wand der Führungsbohrung für die Ventilnadel 14 im Düsenkörper 10 und einer Ringnut in der Ventilnadel 14 gebildet und dem Ventilsitz 13 vorge-lagert ist.

Die Stützscheibe 17 besteht aus Weicheisen und trägt einen scheibenförmigen Zusatzkörper 25 aus permanentmagnetischem Stoff, welcher mit einer bestimmten Haltekraft an der Stützscheibe 17 haftet. Der Zusatzkörper 25 ist mit einem vorgegebenen Radialspiel s in einem erweiterten Abschnitt 26 der Kammer 22 geführt, der an einer Schulter 27 in den nicht erweiterten Abschnitt der Kammer 22 übergeht. Die ebene Ringfläche der Schulter 27 ist von mehreren Ausnehmungen 27a unterbrochen, deren Zweck noch näher beschrieben wird. Die untere Seite des Zusatzkörpers 25 ist in der dargestellten Schließlage des Ventils 13, 15 um eine Strecke h_v von der Schulter 27 entfernt, welche einem ersten Teilhub der Ventilnadel 14 entspricht. Die Stützscheibe 17 ist an ihrer Unterseite durch eine Scheibe 28 aus nichtmagnetisierbarem Stoff abgedeckt, welche in der dargestellten Schließlage des Ventils zu einer Stirnschulter 29 des Düsenkörpers 10 einen Abstand h_g hat, welcher dem Gesamthub der Ventilnadel 14 entspricht.

Die beschriebene Einspritzdüse arbeitet wie folgt:

Zu Beginn eines Einspritzvorganges steigt der Kraftstoffdruck in der Kammer 22 an, bis er die Kraft der Schließfeder 18 zu überwinden und die Ventilnadel nach außen zu verschieben vermag. Dabei öffnet das Ventil 13, 15, sodaß der Kraft-

...

stoff aus der Kammer 22 über die Bohrung 23, den Ringraum 24 und die Ventilöffnung ausspritzen kann.

In Figur 2 ist das Mengendiagramm der beschriebenen Einspritzdüse dargestellt. In diesem ist die pro Zeiteinheit ausgespritzte Kraftstoffmenge q über der Einspritzzeit t aufgetragen. Die Kurve A entspricht dem Vollastbetrieb, die Kurven B dem Teillastbetrieb und die Kurve C dem Leerlaufbetrieb. In Figur 3 ist das Schließkraftdiagramm der beschriebenen Einspritzdüse dargestellt. In diesem ist über dem Hub h der Ventalnadel 14 die resultierende Kraft F aufgetragen, die sich aus der Kraft der Schließfeder 18, den magnetischen Kräften zwischen dem Zusatzkörper 25 und dem Stützkörper 17 einerseits und dem Zusatzkörper 25 und dem Düsenhalter 12 andererseits, und der hydraulischen Dämpfung des Zusatzkörpers 25 im Bohrungsabschnitt 26 ergibt.

Die Funktion der beschriebenen Einspritzdüse ist nachstehend anhand der Figuren 1 bis 3 beschrieben:

Zu Beginn eines Einspritzvorgangs wirkt auf die Ventalnadel 14 im wesentlichen nur die Schließfeder 18 ein, die nur ein wenig durch die Anzugskraft des Zusatzkörpers 25 auf die Schulter 27 des Düsenhalters 12 geschwächt ist. Die aus beiden Kräften resultierende Anfangskraft ist in Figur 3 mit F_1 bezeichnet. Wenn der Kraftstoffdruck die Kraft F_1 überwindet, wird die Ventalnadel 14 zunächst um den Teilhub h_v , der nachstehend als Vorhub bezeichnet ist, in Öffnungsrichtung nach unten verschoben, bis der Zusatzkörper 25 an der Schulter 27 anschlägt. Dabei steigt die Kraft der Schließfeder 18 leicht an, wobei der Anstieg jedoch durch die größer werdende magnetische Anzugskraft zwischen dem Zusatz-

...

Körper 25 und der Schulter 27 überkompensiert wird. Als Folge davon sinkt die resultierende Schließ- bzw. Verschiebekraft am Ende des Vorhubes h_v auf den Wert F_2 ab.

Im Vollast- und Teillastbetrieb steigt nun der Kraftstoffdruck weiter an, wobei die Ventalnadel 14 durch den Zusatzkörper 25 zunächst an einer Weiterbewegung gehindert wird. Wenn jedoch der Kraftstoffdruck den Wert F_3 erreicht hat, überwindet er die magnetische Haltekraft zwischen Zusatzkörper 25 und Stützscheibe 17 bzw. Ventalnadel 14 und die Gegenkraft der Schließfeder 18, so daß die Ventalnadel 14 vom Zusatzkörper 25 abgerissen wird. Danach wird die Ventalnadel 14 schlagartig um den Weg $h_g - h_v$ in die Offenstellung überführt. Dabei überwiegt vorübergehend der starke Abfall der magnetischen Anzugskraft den linearen Anstieg der Schließfederkraft, so daß sich, wie aus Figur 3 ersichtlich, ein zunächst auf den Wert F_4 abfallender und dann auf den Wert F_5 ansteigender Verlauf der Schließkraftkennlinie ergibt. Die hydraulische Dämpfung des Zusatzkörpers 25 wirkt sich beim zweiten Teilhub der Ventalnadel 14 nicht mehr aus.

Nach Erreichen der vollen Offenstellung der Ventalnadel 14 und anschließendem Abbau des Kraftstoffdruckes wird die Ventalnadel 14 rasch in die Schließstellung zurückbewegt, wobei die magnetische Anzugskraft des Zusatzkörpers 25 die Bewegung noch zusätzlich beschleunigt. Kurz vor Erreichen der Schließstellung trifft der Stützkörper 17 auf den Zusatzkörper 25 auf, wonach die Restbewegung hydraulisch und durch das Magnetfeld zwischen Zusatzkörper 25 und Düsenhalter 12 auch magnetisch gedämpft vonstattengeht. Auf diese Weise werden ein allzu hartes Aufsetzen der Ventalnadel 14 auf den Ventilsitz 15 und Preller der Ventalnadel 14 vermieden.

...

Die Zeit, in welcher die Ventilnadel 14 den Vorhub h_v zurückliegt und danach der Kraftstoffdruck bis auf den Wert F_3 ansteigt, hängt - außer von den Parametern der Einspritzdüse selbst - von der Drehzahl und der Lastein-
stellung der Einspritzpumpe ab. Bei Vollast- und Teil-
lastbetrieb wird dafür gemäß Figur 2 die Zeit t_{v1} be-
nötigt. Dabei wird eine Kraftstoffmenge durchgesetzt,
welche der Fläche unter der Kurve A zwischen $t = 0$ und
 $t = t_{v1}$ entspricht. Nach dem Anlegen des Zusatzkörpers
25 an die Schulter 27 fließt der Kraftstoff hinter dem
Spalt s durch die Ausnehmungen 27a, wobei die pro Zeit-
einheit durchgesetzte Kraftstoffmenge auf den Wert q_1
ansteigt. Nach dem Abreißen der Ventilnadel 14 vom Zu-
satzkörper 25 steigt die pro Zeiteinheit durchgesetzte
Kraftstoffmenge schlagartig an, wobei sie bei Vollastbe-
trieb den Wert q_2 und bei Teillastbetrieb einen geringeren
Wert q_3 bzw. q_4 erreicht. Von diesem oberen Grenzwert
fällt die pro Zeiteinheit durchgesetzte Kraftstoffmenge
über den rasch erfolgenden Schließhub der Ventilnadel 14
hinweg auf den Wert Null ab. Die während dieser Haupt-
phase des Einspritzvorganges insgesamt durchgesetzte
Kraftstoffmenge entspricht der Fläche unter der Kurve A
bzw. einer der Kurven B zwischen $t = t_{v1}$ und $t = t_g$.

Im Leerlaufbetrieb steigt der Kraftstoffdruck maximal
nur bis zu einem unter dem Wert F_3 liegenden Grenzwert
an. Die Ventilnadel 14 wird in diesem Fall nicht vom
Zusatzkörper 25 abgerissen, so daß ihr Gesamthub auf den
Vorhub h_v beschränkt bleibt. Die Rückbewegung in die
Schließstellung wird jedoch ebenfalls hydraulisch und
durch das Magnetfeld zwischen Zusatzkörper 25 und Düsen-
halter 12 auch magnetisch gedämpft. Der Zusatzkörper 25
schlägt nach der Zeit t_{v2} an die Schulter 27 an, wonach

...

der Kraftstoff nur noch über die Ausnehmungen 27a zur Düsenöffnung gelangt. Die pro Zeiteinheit durchgesetzte Kraftstoffmenge erreicht nur den Wert q_5 und die bei einem Einspritzvorgang insgesamt durchgesetzte Menge entspricht der Fläche unter der Kurve C zwischen $t = 0$ und $t = t_g$. Aus Figur 2 ist ersichtlich, daß diese Kraftstoffmenge wesentlich kleiner als die beim Vollast- und Teillastbetrieb durchgesetzte Kraftstoffmenge ist.

Die Einspritzdüse nach Figur 4 hat ebenfalls eine aus Düsenkörper 10, Ventilnadel 14 mit Stützscheibe 17, Scheibe 28 und Schließfeder 18 bestehende, vorgefertigte Baugruppe, die durch eine Überwurfmutter 31 an einem Düsenhalter 32 festgespannt ist. Der Düsenkörper 10 stützt sich dabei auf der einen Stirnfläche einer Buchse 33 ab, deren andere Stirnfläche am Düsenhalter 32 anliegt. Bei dieser Einspritzdüse sind zwei als Massekörper ausgebildete und hydraulisch gedämpft bewegliche Zusatzkörper 35 und 36 vorgesehen, die während des Öffnungshubes der Ventilnadel 14 nacheinander abgekoppelt und beim Schließhub in umgekehrter Reihenfolge wieder an die Ventilnadel angekoppelt werden. Jeder Zusatzkörper 35, 36 enthält einen in Flachform ausgeführten Permanentmagnetkörper 37, an dessen beiden Flachseiten je ein aus Weicheisen bestehender segmentförmiger Polkörper 38 bzw. 39 befestigt ist. Die Körper 37, 38 und 39 bilden zusammen eine zylindrische Magnetbaugruppe, die in den aus nicht magnetisierbarem Stoff bestehenden Zusatzkörper 35 bzw. 36 eingeformt ist.

Der Zusatzkörper 35 sitzt mit seiner Magnetbaugruppe 37, 38, 39 auf einem aus Weicheisen bestehenden topfförmigen Mitnehmer 40 auf, welcher in der Buchse 33 verschiebbar geführt ist und mit seinem Mantel die Stützscheibe 17 und

...

die darunterliegende Scheibe 28 mit vorgegebenem Radialspiel s_1 umfasst. Der Mitnehmer 40 ist mit einem nach innen gerichteten Kragen 41 versehen, der unter die Scheibe 28 greift und in der dargestellten Ausgangslage der Teile, die später noch definiert wird, den Abstand h_f zur Scheibe 28 hat. In der Praxis ist der Mitnehmer 40 zweiteilig ausgeführt, damit die Teile zusammengebaut werden können. Der Boden des Mitnehmers 40 enthält eine Bohrung 42; der Kragen 41 ist innen mit mehreren, gleichmäßig über den Umfang verteilten Längsnuten 43 zum Durchtritt des Kraftstoffs versehen. Auf den Mitnehmer 40 wirkt eine Schraubenfeder 44 ein, welche sich unten an einer Innenschulter 45 der Buchse 33 abstützt.

Der Zusatzkörper 35 ist am Mantelumfang mit einer Ringschulter 48 versehen, die in der dargestellten Ausgangslage den Abstand h_2 von einer gehäusefesten Gegenschulter 49 hat. Diese ist an einem Ring 50 gebildet, der auf einer Ringschulter 51 der Buchse 33 aufsitzt und zusammen mit einer Hülse 52 in die Buchse 33 fest eingepaßt ist. Der Ring 50 ist am inneren Rand mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Ausnehmungen 50a zum Hindurchtreten des Kraftstoffs versehen. Die obere Stirnseite des Zusatzkörpers 35 ist mit einer Scheibe 53 aus Weicheisen versehen, welche als Anker für die Magnetbaugruppe 37, 38, 39 des Zusatzkörpers 36 dient. Der Zusatzkörper 35 ist mit vorgegebenem Radialspiel s_2 in der Hülse 52 geführt, welche passend in eine Sackbohrung 54 des Düsenhalters 32 hineinragt.

Der Zusatzkörper 36 ist am Mantelumfang mit einer Ringschulter 56 versehen, die in der dargestellten Ausgangslage den Abstand h_1 von der als Gegenschulter dienenden oberen Stirnseite 57 der Hülse 52 hat. Die obere Stirnseite 57 der Hülse 52 ist mit mehreren gleichmäßig über den Umfang verteilten Ausnehmungen 57a zum Hindurchtreten des Kraftstoffs versehen. Die Ausgangslage ist dadurch vorgegeben, daß einerseits die Ventilnadel 14 durch die

...

Schraubenfeder 18 gegen den Ventilsitz 15 im Düsenkörper 10 gedrückt ist und daß andererseits der Zusatzkörper 36 von der Schraubenfeder 44 über den Mitnehmer 40 und den Zusatzkörper 35 gegen den Boden 58 der Sackbohrung 54 im Düsenhalter 32 gedrückt ist. Der Zusatzkörper 36 ist mit vorgegebenem Radialspiel s_3 in der Sackbohrung 54 geführt. Diese ist über Kanäle 59, 60, 61 im Zusatzkörper 36 mit einer Kraftstoff-Zulaufbohrung 62 im Düsenhalter 32 verbunden. Zur Anschlagdämpfung ist der Zusatzkörper 36 auf der oberen Stirnseite mit einer Ringscheibe 63 aus geeignetem Werkstoff versehen.

Die Arbeitsweise der Einspritzdüse nach Figur 4 ist nachstehend anhand des Schließkraftdiagramms nach Figur 5 erklärt:

Zu Beginn eines Einspritzvorgangs wirkt auf die Ventalnadel 14 nur die Kraft der Schließfeder 18 ein, die im Schaubild nach Figur 5 mit F_1 bezeichnet ist. Wenn der ansteigende Kraftstoffdruck die Kraft F_1 überwindet, bewegt sich die Ventalnadel 14 in Öffnungsrichtung nach unten, wobei diese Bewegung infolge des verhältnismäßig kleinen Durchgangsquerschnitts im Radialspalt s_1 gedämpft erfolgt. Nach dem Öffnen des Ventiles 14, 15 gelangt der zugeführte Kraftstoff durch die Ringspalte s_3 , s_2 , s_1 , die Ausnehmungen 57a, 50a, die Bohrung 42 und die Längsnuten 43 in die Kammer 22, aus welcher der Kraftstoff durch die Bohrung 23 im Düsenkörper 10 zur Ausspritzöffnung gelangt.

Nach einem Leerhub von der Größe des Abstandes h_f schlägt die Ventalnadel am Mitnehmer 40 an, wobei die Kraft der Schließfeder 18 auf den Wert F_2 gestiegen ist. In dieser Stellung der Ventalnadel 14 addiert sich schlagartig die Kraft der Schraubenfeder 44 zur Kraft der Schließfeder 18

...

hinzu, so daß sich eine resultierende Gesamtkraft F_3 ergibt. Die Ventilnadel 14 samt Mitnehmer 40 und den beiden Zusatzkörpern 35, 36 bewegen sich nun um den Teilhub h_1 nach unten, an dessen Ende der Zusatzkörper 36 an der Schulter 57 anschlägt. Diese Hubbewegung ist einerseits durch die hydraulische Dämpfung in den Radialspalten s_2 und s_3 geschwindigkeitsabhängig und durch die verhältnismäßig großen Massen der beiden Zusatzkörper 35, 36 auch beschleunigungsabhängig gedämpft. Die Dämpfung wirkt sich also umso stärker aus, je größer die Druckanstiegsgeschwindigkeit im zugeführten Kraftstoff ist, das heißt je höher die Drehzahl der Brennkraftmaschine ist. Am Ende dieser Hubbewegung ist die Gegenkraft der beiden Federn 18 und 44 auf den Wert F_4 angestiegen.

Der weiter ansteigende Kraftstoffdruck muß nun zusätzlich noch die magnetische Haltekraft überwinden, welche der blockierte Zusatzkörper 36 auf den folgenden Zusatzkörper 35 ausübt. Dieser Fall tritt ein, wenn der Kraftstoffdruck auf die Ventilnadel 14 die Kraft F_5 ausübt. Danach wird der Zusatzkörper 36 abgekoppelt, worauf sich die Ventilnadel 14 mit dem Mitnehmer 40 und dem Zusatzkörper 35 um einen weiteren Teilhub von der Größe $h_2 - h_1$ mit geringerer Dämpfung weiter in Öffnungsrichtung bewegt. Dabei sinkt die auf die Ventilnadel 14 einwirkende Schließkraft auf den Wert F_6 ab. Nach diesem dritten Teilhub wird auch der Zusatzkörper 35 in der schon beschriebenen Weise durch Steigerung der vom Kraftstoffdruck ausgeübten Öffnungskraft auf den Wert F_7 abgekoppelt und die Ventilnadel 14 rasch in die volle Offenstellung weiterbewegt. Beim Schließen des Ventils spielen sich die Vorgänge bezüglich der Ankoppelung der beiden Zusatzkörper 35, 36 an den Mitnehmer 40 in umgekehrter Reihenfolge ab. Die Ventilnadel 14 selbst ist in dieser zweite Phase des Einspritzvorganges von den Massen der Teile 40, 35, 36 entkoppelt, so daß der Schließvorgang ungedämpft rasch vonstatten geht.

...

Mit der Ausbildung einer Einspritzdüse gemäß Figur 4 ergeben sich eine Vielzahl von Modulationsmöglichkeiten zur Optimierung von Einspritzverläufen und dadurch zur Optimierung von Motorenkennwerten. Anstelle der magnetischen Ankoppelung der Zusatzmassen könnte auch eine mechanische Koppelung vorgesehen sein. Eine deutlich ausgeprägte magnetische Trennkraft hat jedoch den Vorteil, daß sie zusätzliche Bremsimpulse liefert. Der Freihub zwischen der Ventilnadel 14 und dem Mitnehmer 40 bedeutet eine zusätzliche Modulation des Einspritzverlaufs.

Die bisher beschriebenen Ausführungsbeispiele betreffen Einspritzdüsen mit einer nach außen öffnenden Ventilnadel (A-Düsen). Die erfindungsgemäße Anordnung von während des Öffnungshubes abkoppelbaren Zusatzmassen kann jedoch auch mit gleichem Vorteil bei Einspritzdüsen mit nach innen öffnender Ventilnadel angewendet werden. In Figur 6 ist eine solche Einspritzdüse dargestellt.

Die Einspritzdüse nach Figur 6 hat einen Düsenkörper 65, der durch eine Überwurfmutter 66 unter Zwischenlage einer Scheibe 67 gegen einen Düsenhalter 68 gespannt ist. Im Düsenkörper 65 ist eine Ventilnadel 69 verschiebbar gelagert, die einen Dichtkegel 70 hat, welcher mit einem nach innen gerichteten Ventilsitz 71 des Düsenkörpers 65 zusammenarbeitet. An den Ventilsitz 71 schließt sich ein Sackloch 72 an, von welchem eine Düsenbohrung 73 nach außen führt.

Die Düsennadel 69 hat etwa in Längsmittle eine Ringnut 74, welche von einem Druckraum 75 im Düsenkörper 65 umgeben ist. Der oberhalb der Ringnut 74 liegende Abschnitt der Ventilnadel 69 ist im Düsenkörper 65 passend geführt, wo-

...

gegen der unterhalb der Ringnut 74 liegende Nadelabschnitt einen kleineren Durchmesser als die Innenbohrung des Düsenkörpers 65 hat und mit deren Wand einen zum Ventilsitz führenden Ringraum 76 begrenzt. Der Druckraum 75 steht über Bohrungen 77, 78 und 79 in Düsenkörper 65, der Scheibe 67 und dem Düsenhalter 68 mit einem in der Zeichnung nicht sichtbaren Anschlußstutzen des Düsenhalters 68 in Verbindung. Am oberen Stirnende der Ventilnadel 69 sitzt ein Druckstück 80 auf, an welchem eine Schließfeder 81 angreift, die sich an einer gehäusefesten Schulter 82 des Düsenhalters 68 abstützt und die Ventilnadel 69 gegen den Ventilsitz 71 drückt.

Im Düsenhalter 68 ist eine Bohrung 83 gebildet, welche an einer Ringschulter 84 in einen verengten Bohrungsabschnitt 85 übergeht, der über einen zentralen Durchgang 86 mit einer die Schließfeder 81 aufnehmenden Kammer 87 verbunden ist. In die Bohrung 83 ist ein rotations-symmetrischer Körper 88 von oben her so eingesetzt, daß seine untere Stirnseite einen Abstand a von der Schulter 84 hat. Der Körper 88 ist ebenfalls mit einer abgestuften Bohrung 89 versehen, deren beiden unterschiedlich großen Bohrungsabschnitte durch eine Schulter 90 voneinander getrennt sind. Von der Bohrung 89 führt eine Leckölbohrung 91 zu einem in der Zeichnung nicht dargestellten Leckölanschluß der Einspritzdüse.

In der Bohrung 89 ist eine Scheibe 92 aus Weicheisen verschiebbar geführt, welche mit einem Stößel 93 fest verbunden ist, der durch den Durchgang 86 hindurch- und in die Kammer 87 hineinragt. An der Unterseite der Scheibe 92 haftet ein ringförmiger Dauermagnetkörper 94, der in einer Hülse 95 gefaßt ist, die im äußeren Abschnitt der Bohrung 89 im Körper 88 verschiebbar geführt ist. Am

...

Dauermagnetkörper 94 haftet ein zweiter Dauermagnetkörper 96, der in einer Hülse 97 gefaßt ist, welche im Bohrungsabschnitt 85 des Düsenhalters 68 verschiebbar geführt ist. Die Hülse 97 hat einen Flansch 98, der in die Bohrung 83 des Düsenhalters 68 greift und von einer Druckfeder 99 in der Bohrung 89 über die Scheibe 92 und die beiden Dauermagnetkörper 94 und 96 gegen eine auf der Schulter 84 aufliegende Dämpfungsscheibe 100 gedrückt ist. In dieser Stellung der Teile ist das untere Stirnende des Stößels 33 um das Maß h_f von der oberen Stirnseite des Druckstücks 80 entfernt. Ferner hat in dieser Stellung der Flansch 98 der Hülse 97 den Abstand h_1 von der unteren Stirnseite des Körpers 88 und der obere Stirnrand der Hülse 95 den Abstand h_2 von der Schulter 90.

Die beiden Dauermagnetkörper 94 und 96 stellen die Zusatzkörper der Einspritzdüse dar, welche durch ihre Masse eine beschleunigungsabhängige Dämpfung der Öffnungsbewegung der Ventilnadel 69 während eines ersten und eines zweiten Teilhubes bewirken. Die Ventilnadel 69 führt auch bei dieser Ausführung zunächst einen Freihub h_f aus, bis die beiden Zusatzmassen 94 und 96 an die Ventilnadel angekoppelt werden und dann die Dämpfung bewirken. Die beiden Dauermagnetkörper 94 und 96 werden über den Stößel 93 und die Scheibe 92 nach oben mitgeführt, bis nach einem weiteren Teilhub h_1 die Hülse 97 zur Anlage am Körper 88 kommt und der untere Dauermagnetkörper 96 abgekoppelt wird. Nach einem weiteren Teilhub der Ventilnadel von der Größe $h_2 - h_1$ wird auch der obere Dauermagnetkörper 94 an der Schulter 90 blockiert und nach Überwindung seiner Haltekraft von der Ventilnadel 69 abgekoppelt, wonach der im Druckraum 75 herrschende und auf die Druckschulter der Ventilnadel 69 einwirkende Kraftstoffdruck die Ventilnadel rasch in ihre volle Öffnungsstellung überführt. Beim Schließen

...

des Ventils werden die Dauermagnetkörper 94 und 96 in umgekehrter Reihenfolge angekoppelt, wobei auch hierbei die Ventilnadel von diesen Zusatzmassen entkoppelt ist und in die Schließstellung vorauszueilen vermag.

Die Einspritzdüse nach Figur 7 hat eine Ventilbaugruppe 102, die mit der in Figur 1 gezeigten und beschriebenen Ventilbaugruppe übereinstimmt. Oberhalb der Ventilbaugruppe 102 ist in einer Buchse 103 ein mit größerer Masse behafteter Zusatzkörper 104 verschiebbar geführt, welcher aus einem in Flachform erstellten Permanentmagnetkörper 105 und zwei an dessen Flachseiten befestigten segmentförmigen Polschuhen 106, 107 aus Weicheisen besteht. Diese Teile bilden zusammen einen Magneten, dessen Anker die Stützscheibe 17 für die Schließfeder 18 der Ventilnadel 14 ist. Auf den Zusatzkörper 104 wirkt über eine Hülse 108 aus nichtmagnetischem Stoff eine Schraubenfeder 110 ein, welche sich an einer Schulter 111 der Buchse 103 abstützt und den Zusatzkörper 104 über einen Einstellring 112 aus nichtmagnetischem Stoff gegen eine Schulter 113 des Düsenhalters drückt. Der Zusatzkörper 104 enthält mehrere Längsbohrungen 114, welche eine Zulaufbohrung 115 mit der die Schließfeder 18 und die Schraubenfeder 110 aufnehmenden Kammer 22 verbinden.

In der in Figur 7 links dargestellten Schließstellung der Ventilnadel 14 überwindet die zwischen Stützscheibe 17 und Zusatzkörper 104 herrschende magnetische Anzugskraft die Gegenkraft der Schließfeder 110, so daß der Zusatzkörper 104 an der Stützscheibe 17 anliegt. In dieser Stellung ist eine Ringschulter 116 des Zusatzkörpers 104 um das Maß h_1 von einer gehäusefesten Gegenschulter entfernt, die an einem Einstellring 118 aus nichtmagnetisierbarem Stoff gebildet ist, welcher sich an einer Schulter 119

...

an der Buchse 103 abstützt. Wenn am Beginn eines Einspritzvorganges der ansteigende Kraftstoffdruck die Gegenkräfte der Federn 18 und 110 überwindet, wird die Ventilnadel 14 und mit ihr der Zusatzkörper 104 nach unten bewegt, bis am Ende des Teilhubes h_1 der Zusatzkörper 104 am Einstellring 118 zur Anlage kommt. Der massebehaftete Zusatzkörper 104 verzögert diese erste Bewegungsphase der Ventilnadel 14 so, wie es im Interesse eines optimalen Einspritzverlaufes erwünscht ist.

Unmittelbar nach dem Auftreffen des Zusatzkörpers 104 auf den Einstellring 118 löst sich die durch den Kraftstoffdruck beaufschlagte Ventilnadel 14 vom Zusatzkörper 104, was zu einem Kraftsprung führt. Die Magnetkraft nimmt danach degressiv mit dem Nadelhub ab, so daß nach einer Stoßabbremsung eine schnelle Entlastung der auf die Ventilnadel 14 wirkenden Zusatzkraft folgt. Die Steilheit der Haupteinspritzung wird dadurch günstig beeinflusst. Hat die Magnetkraft mit dem fortschreitenden Nadelhub um einen bestimmten Wert abgenommen, vermag die Schraubenfeder 110 den Zusatzkörper 104 um den Betrag h_2 entgegengesetzt zur Nadelbewegung zurückzustellen, wodurch die Magnetkraft zusätzlich geschwächt wird. Durch entsprechende Wahl der Einstellringe 112 und 118 werden die Bewegungsspiele h_1 und h_2 des Zusatzkörpers 104 dem jeweiligen Anwendungsfall optimal angepaßt. In der voll geöffneten Stellung nimmt die Ventilnadel 14 die auf der rechten Seite der Figur 7 gezeigte Lage ein, in welcher die obere Seite der Stützscheibe 17 den Abstand h_g von der Ringschulter 119 an der Buchse 103 hat.

Die Schließbewegung der Ventilnadel 14 erfolgt unter zunehmender Magnetkraft, wobei nach einem gewissen Rückhub der Zusatzkörper 104 wieder an den Einstellring 118 ange-

...

zogen wird. Dies führt wiederum zu einem Kraftsprung, in dessen Folge die Schließbewegung stärker beschleunigt wird. Kurz vor dem Schließen des Ventils trifft die Stützscheibe 17 auf den Zusatzkörper 10⁴ auf. Die Ventalnadel 14 wird dadurch abgebremst, so daß sie gedämpft auf den Ventilsitz aufsetzt. In seltenen Fällen kann die Stützscheibe 17 zurückprellen und die Schließkraft unterbrechen. In solchen Fällen wird ein kleiner Anfangsluftspalt zwischen dem Magnetsystem des Zusatzkörpers 10⁴ und der Stützscheibe 17 vorgesehen. Der Zusatzkörper 10⁴ kann sich dann vorteilhaft direkt am stirnseitigen Ende der Düsenadel 14 abstützen.

R.

12.11.1981 Ki/Pi

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Ansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen, mit einem Düsenkörper, in welchem ein Ventilsitz gebildet und ein Ventilschließglied verschiebbar geführt ist, das von einer Schließfeder und entgegengesetzt dazu vom Kraftstoffdruck beaufschlagt ist, und ferner mit einem auf das Ventilschließglied einwirkenden Zusatzkörper, der am Ende eines ersten Teilhubs des Ventilschließglieds gegen eine gehäusefeste Schulter gestützt ist und eine sprunghafte Änderung des Öffnungsdruckverlaufs bewirkt, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (25, 36, 96, 104) am Ende des ersten Teilhubs mit dem Ventilschließglied (14, 69) gekoppelt ist und auf dieses eine dem Kraftstoffdruck entgegenwirkende Haltekraft ausübt, die kleiner als die vom Kraftstoffdruck auf das Ventilschließglied (14) maximal ausübbare Verschiebekraft ist.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (25, 36, 96, 104) am Ende des ersten Teilhubs des Ventilschließglieds (14, 69) formschlüssig an einer gehäusefesten Schulter (27, 57, 88, 119) anliegt und nach Überwindung der Haltekraft vom Ventilschließglied (14, 69) entkoppelt ist.

...

3. Einspritzdüse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (25, 35, 36, 94, 96, 104) durch Magnetkraft mit dem Ventilschließglied (14) gekoppelt ist.

4. Einspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetkraft durch einen Permanentmagnetkörper (25, 37, 94, 96, 105) hervorgerufen ist.

5. Einspritzdüse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (25) selbst als Permanentmagnetkörper ausgebildet ist.

6. Einspritzdüse nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnetkörper (37, 105) am Zusatzkörper (35, 36, 104) bzw. am Ventilschließglied (14) befestigt bzw. in eines dieser Teile eingebettet ist.

7. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (25, 35, 36) in einer mit Kraftstoff gefüllten Zylinderkammer (26, 54) beweglich ist, deren zu beiden Seiten des Zusatzkörpers (25, 35, 36) liegenden Teilräume über einen drosselnden Kanal (s , s_2 , s_3) miteinander verbunden sind.

8. Einspritzdüse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der drosselnde Kanal (s , s_2 , s_3) durch den entsprechend eng bemessenen Führungsspalt des Zusatzkörpers (25, 35, 36) in der Zylinderkammer (26, 54) gebildet ist.

...

9. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (35, 36, 94, 96, 104) mit einer die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungskräfte des Ventilschließgliedes (14, 69) merklich beeinflussenden Masse behaftet ist.

10. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Zusatzkörper (35, 36 bzw. 94, 96) vorgesehen sind, die beim Öffnungshub des Ventilschließgliedes (14, 69) zeitlich nacheinander an gehäusefesten Schultern (57, 49 bzw. 88, 90) zur Anlage kommen.

11. Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (35, 94) an einem Mitnehmer (40, 92) festgehalten ist, welcher seinerseits mit dem Ventilschließglied (14, 69) über eine leerhubbehaftete Schleppverbindung (h_p) gekoppelt ist.

12. Einspritzdüse nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkörper (104) unter dem Einfluß einer eigenen Rückführfeder (110) steht, welche den Zusatzkörper (104) nach der Trennung vom weiterbewegten Ventilschließglied (14) an einen gehäusefesten Anschlag (113) zurückführt.

13. Einspritzdüse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der gehäusefeste Anschlag (113) den Zusatzkörper (104) in einer noch hinter seiner Anfangsstellung liegenden Auffangsstellung festhält, in welcher die Magnetkraft den Zusatzkörper noch in die Anfangsstellung zu ziehen vermag.

...

14. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anfangsluftspalt in dem Magnetsystem vorhanden ist, welches den Zusatzkörper mit dem Ventilschließglied (14) kraftschlüssig koppelt.

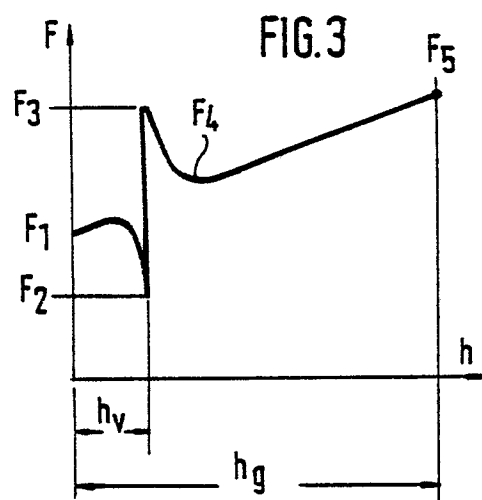
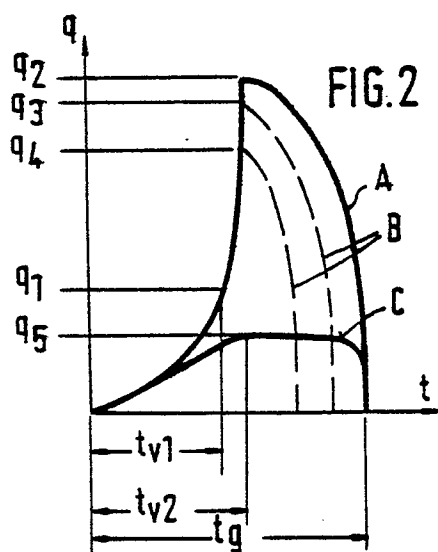
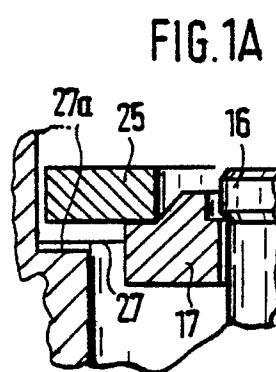
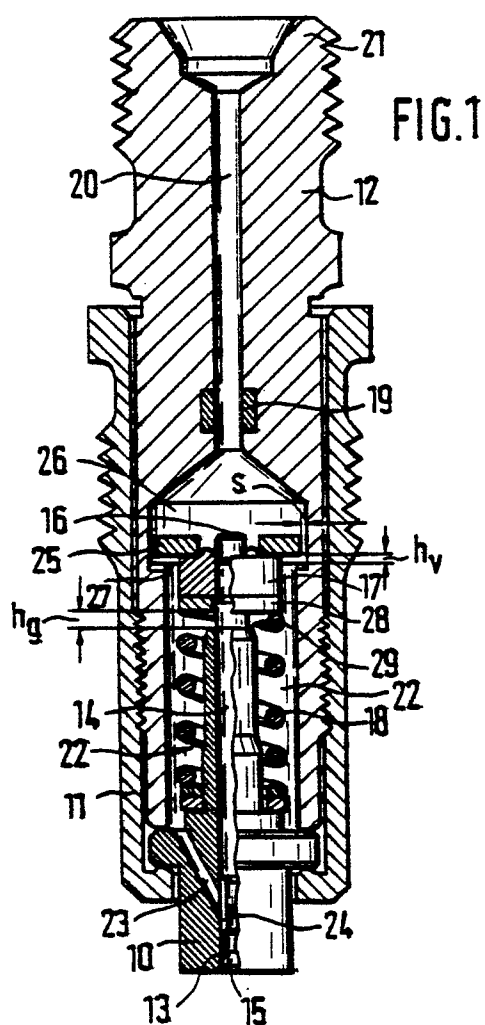


FIG. 4

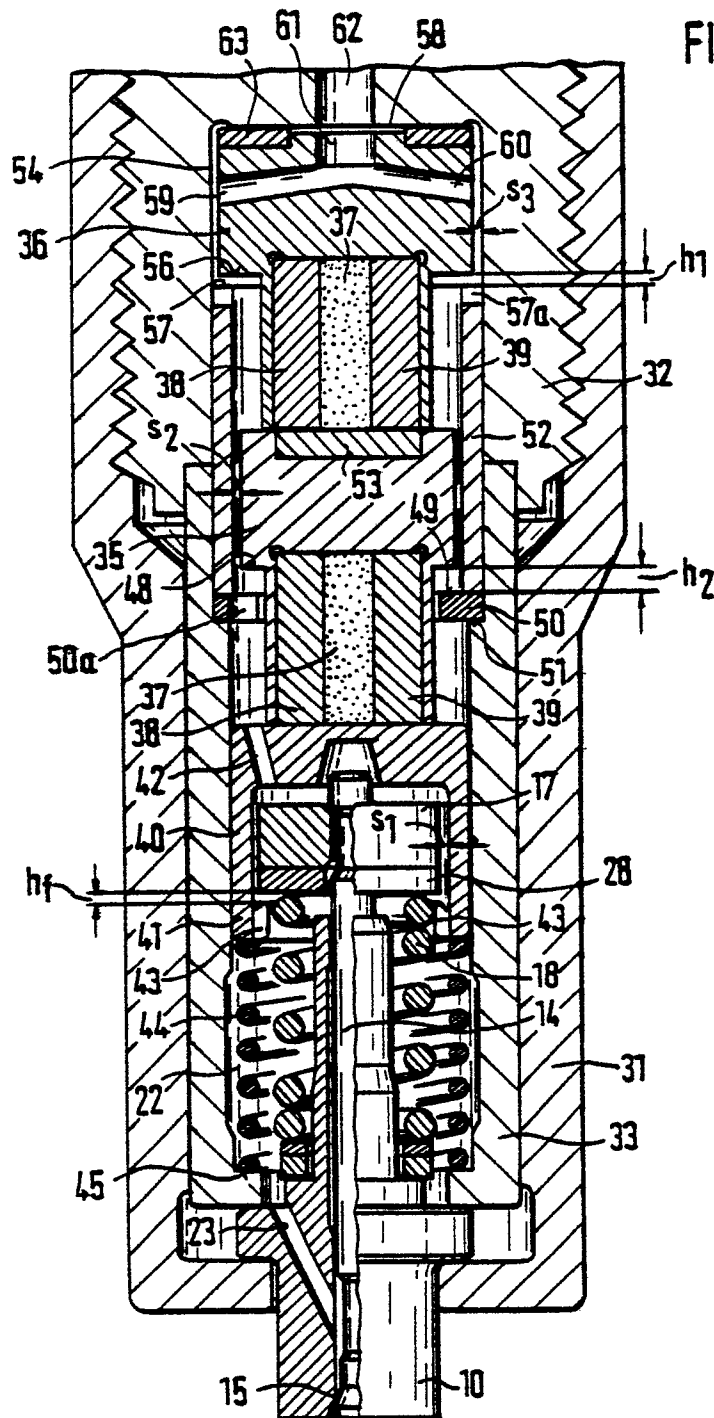


FIG.5

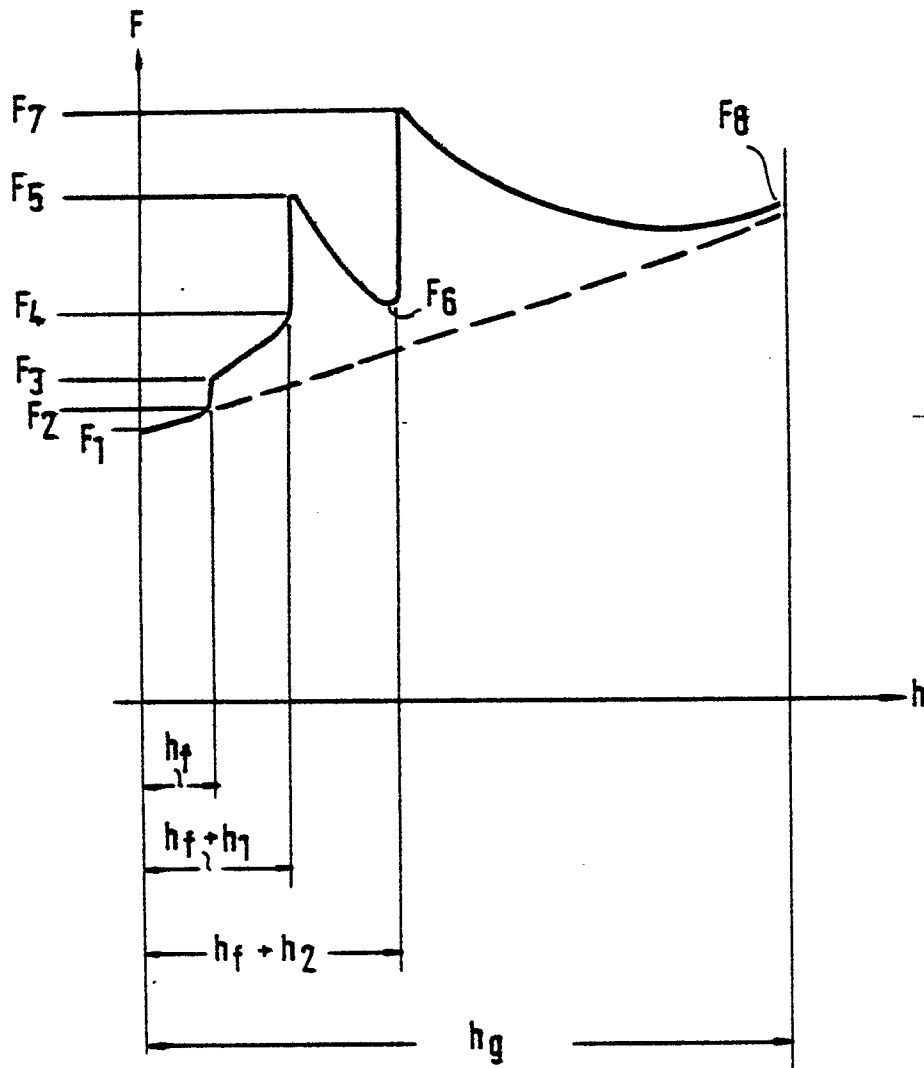


FIG. 6

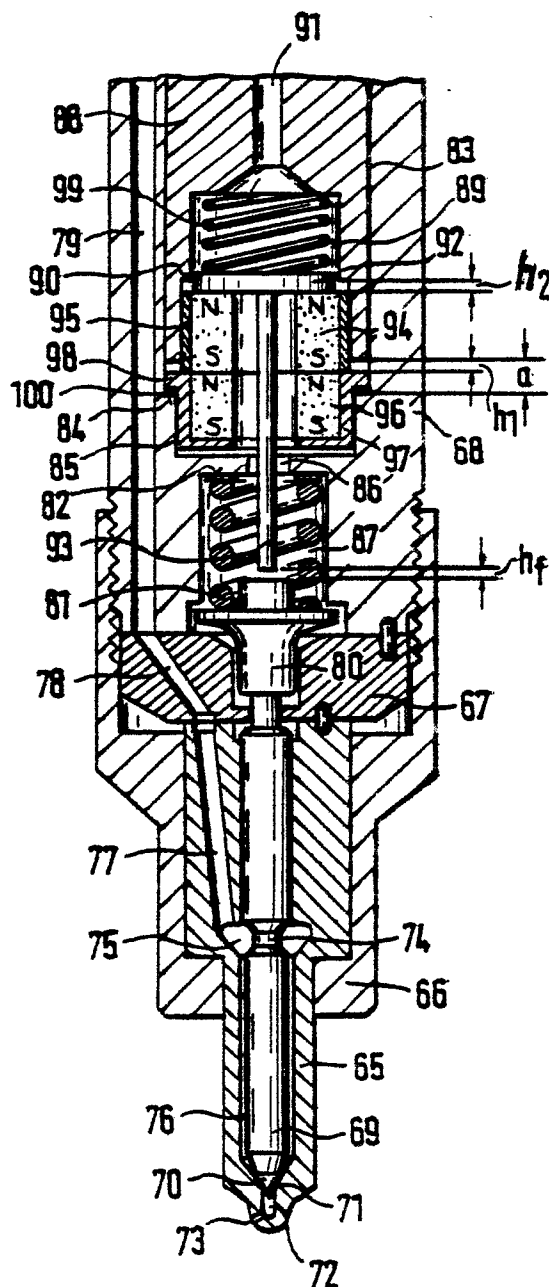
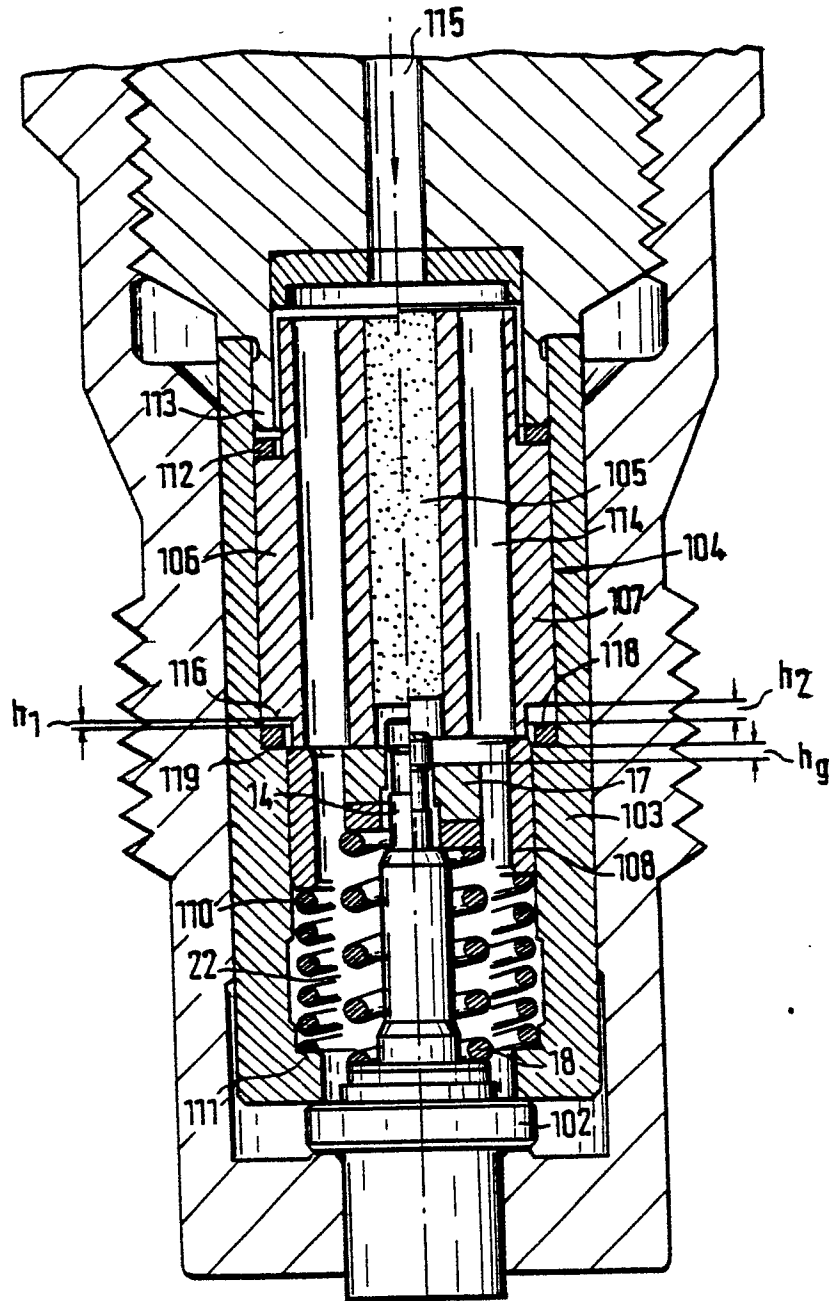


FIG. 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0081806

Nummer der Anmeldung

EP 82 11 1364

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
A	FR-A-1 233 218 (LEXINGTON) * Seite 1, rechte Spalte, Absatz 2 - Seite 2, Ende der linken Spalte; Figuren *	1,7	F 02 M 45/12 F 02 M 61/08 F 02 M 45/08
A	EP-A-0 030 258 (BOSCH) * Seite 3, Absatz 3 - Ende Seite 4; Figur 1 *	1	
A	US-A-4 181 144 (LANDEN)		
A	FR-A-1 120 933 (CATERPILLAR)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
			F 02 M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-03-1983	Prüfer BICHI M.F.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			