

(19)



(11)

EP 1 763 630 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.10.2009 Patentblatt 2009/42

(51) Int Cl.:
F02M 51/06 ^(2006.01) **F02M 61/16** ^(2006.01)
F02M 45/08 ^(2006.01) **H01F 7/16** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05755639.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/007130

(22) Anmeldetag: **01.07.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/002953 (12.01.2006 Gazette 2006/02)

(54) **BRENNSTOFF-EINSPRITZVENTIL**

FUEL INJECTION VALVE

SOUPAPE D'INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

(30) Priorität: **02.07.2004 DE 102004032229**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.03.2007 Patentblatt 2007/12

(73) Patentinhaber: **Compact Dynamics GmbH**
82319 Starnberg (DE)

(72) Erfinder:
• **GRÜNDL, Andreas**
82319 Starnberg (DE)
• **HOFFMANN, Bernhard**
82319 Starnberg (DE)

(74) Vertreter: **Schmidt, Steffen J.**
Wuesthoff & Wuesthoff
Patent- und Rechtsanwälte
Schweigerstrasse 2
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-20/04097207 **US-A- 4 390 856**
US-A- 5 035 360 **US-A- 6 065 684**
US-A1- 2003 116 657 **US-A1- 2004 118 952**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr.**
03, 31. März 1999 (1999-03-31) & JP 10 335139 A
(DENSO CORP), 18. Dezember 1998 (1998-12-18)

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).

EP 1 763 630 B1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Brennstoff-Einspritzventil für Brennstoff-Einspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine. Grundsätzlich ist es möglich, die Erfindung sowohl bei direkt einspritzenden als auch bei konventionellen, in das Saugrohr einspritzenden Motoren zu verwenden.

[0002] Das erfindungsgemäße Brennstoff-Einspritzventil hat einen Brennstoff-Einlaß, der dazu eingerichtet ist, Brennstoff in das Brennstoff-Einspritzventil einströmen zu lassen, und eine elektrisch ansteuerbare Betätigungseinrichtung die mit einer Ventilanordnung zusammenwirkt, um Brennstoff in direkt oder indirekt gesteuerter Weise durch einen Brennstoff-Auslaß in den Brennraum ausströmen zu lassen. Dabei weist die elektromagnetische Betätigungseinrichtung eine zu bestimmende Elektromagnet-Spulenordnung, eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Jochanordnung, sowie eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung auf.

[0003] Die KFZ-Verbrennungsmotoren-Industrie steht durch die stetig steigenden Anforderungen der Abgasgesetzgebung mit weiter sinkenden Grenzwerten vor der Herausforderung, durch eine Optimierung des Einspritzvorgangs von Kraftstoff in die Brennkammer die Entstehung von Schadstoffen am Ort ihrer Entstehung zu optimieren. Kritisch sind insbesondere NO_x - und Ruß-Emissionen. Durch die Entwicklung von Einspritzsystemen mit immer höheren Einspritzdrücken und hochdynamischen Injektoren, sowie durch gekühlte Abgasrückführung und Oxidationskatalysatoren ist es zwar möglich gegenwärtige Grenzwerte einzuhalten. Allerdings scheint das Potenzial der bisherigen Maßnahmen zur Emissionsreduzierung erreicht zu sein. Damit rücken variable Einspritzverlaufformungen in den Vordergrund. Hierbei wird die Kraftstoff-Einspritzrate wahlweise durch Mehrfacheinspritzung oder durch gezieltes Modulieren des Hubes der Düsenadel variiert.

Stand der Technik

[0004] Ein Brennstoff-Einspritzventil der oben genannten Art ist in den unterschiedlichsten Ausgestaltungen von mehreren Herstellern (Robert Bosch, Siemens VDO Automotive) bekannt. Allerdings haftet diesen bekannten Anordnungen der Nachteil an, dass die Anzahl der Hübe pro Arbeitstakt der Brennkraftmaschine sehr eingeschränkt ist. Insbesondere ist es damit nicht möglich, bei hochtourigen Brennkraftmaschinen die für ein effizientes Motormanagement erforderlichen Mehrfacheinspritzungen pro Arbeitstakt in der erforderlichen Anzahl bereit zu stellen. Auch das präzise Variieren des Hubes der Ventiladel ist bei diesen Anordnungen nur

sehr eingeschränkt möglich. In beiderlei Hinsicht haben sich die konventionellen elektromagnetischen Betätigungseinrichtungen als ein begrenzender Faktor für die Weiterentwicklung effizienter Brennstoff-Einspritzventile herausgestellt.

[0005] Ein bekannter Ansatz zur Überwindung dieser Einschränkung besteht darin, anstelle der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung einen Piezo-Linear-Aktor vorzusehen. Abgesehen von den hohen Kosten und dem relativ großen erforderlichen Bauraum des Piezo-Linear-Aktors ist auch deren temperaturabhängiges Verhalten in unmittelbarer Nähe zum Brennraum einer Brennkraftmaschine nachteilig. Auch erlauben Piezoantriebe heutiger Bauart nur etwa 3 bis 5 Einspritzvorgänge je Arbeitstakt des Verbrennungsmotors, wobei Öffnungs-/Schließ-Zyklen von etwa 100 μsec realisierbar sind. Insgesamt war bisher dieser Art von Brennstoff-Einspritzventilen im Einsatz von Serien-Fahrzeugen in größerem Stil versagt. Außerdem ist der Hub-Weg eines Piezo-Linear-Aktors bei vorgegebener Baulänge sehr beschränkt und wird derzeit mittels aufwendiger Hebelanordnungen auf ca. 100 bis 200 μm vergrößert. Schließlich gestaltet sich nach wie vor die präzise Modulation des Hubes der Düsenadel mittels des Piezo-Linear-Aktors bei der hohen Dynamik und den zunehmend hohen Drücken in der Brennkammer, insbesondere bei der Diesel-Direkteinspritzung, als schwierig.

[0006] Aus der DE 100 05 182 A1 ist ein elektromagnetisches Einspritzventil zur Steuerung einer in eine Verbrennungskraftmaschine einzuspeisenden Kraftstoffmenge mit einem durch ein Elektromagnetpulensystem betätigbaren Ventilkörper bekannt, wobei der Ventilkörper mit einem Magnetanker des Elektromagnetpulensystems zusammenwirkt. Das wesentliche Merkmal dieser Anordnung besteht darin, dass das Elektromagnetpulensystem wenigstens zwei zur Mittellängsachse symmetrische und konzentrisch angeordnete Spulen mit identischen Kenngrößen aufweist, die derart in einen Magnetkreis integriert sind, dass zwischen zwei benachbarten Spulen jeweils ein erster Polkörper angeordnet ist, und die innere und äußere Spule jeweils einem zweiten Polkörper benachbart ist. Diese Polkörper sind auf der gleichen Seite des Magnetankers angeordnet. Weiterhin ist es wesentlich, dass die Polkörper derart dimensioniert sind, dass eine radiale Schnittfläche eines mittleren ersten Polkörpers der Summe der Schnittflächen der benachbarten zweiten Polkörper entspricht. Insgesamt hängt bei dieser Anordnung die Funktion erheblich von der Symmetrie der räumlichen Gestaltung des Elektromagnetpulensystems ab. Die Zeitverzögerung des elektrischen und des magnetischen Feldaufbaus hängt dabei vornehmlich von der Geometrie des Magnetkreises und insbesondere von der Felddiffusion und den auftretenden Wirbelströmen ab.

[0007] Allerdings stellt die bei dieser Anordnung notwendige konstruktive und elektrische/ magnetische Symmetrie des Elektromagnetpulensystems wie zum Beispiel die Dimensionierung bzw. das Verhältnis der ra-

dialen Schnittflächen der Polkörper zueinander eine erhebliche Einschränkung dar. Außerdem sind auch bei dieser bekannten Anordnung die erzielbaren Ventilschaltzeiten, Ventilwege und Ventilschließkräfte angesichts der eingangs erläuterten Anforderungen allenfalls als unzureichend zu bezeichnen.

[0008] Aus der DE 102 60 825 A1 ist ein magnetbetätigtes Kraftstoffeinspritzventil bekannt, bei dem ein Öffnungsquerschnitt eines Kraftstoffkanals, der als Raum zwischen einer Innenfläche eines Behälters, in den Kraftstoff eingeführt wird, und einer Außenfläche eines in dem Behälter angeordneten Nadelelements begrenzt ist, geändert wird. Dazu wird das Nadelelement durch von einer elektromagnetischen Einrichtung erzeugte Anzugs- bzw. Magnetkräfte in Längsrichtung verschoben. Die elektromagnetische Einrichtung ist mit einem ersten und einem zweiten Magnetkreis versehen, durch welche die Anzugs- bzw. Magnetkräfte unabhängig voneinander steuerbar sind.

[0009] Weiterer Stand der Technik ist aus den Dokumenten, US 5,035,360, US 4,156,506 US 5,207,410, , DE 2237 746.4, und US 2001/0019085 bekannt.

[0010] Patent Abstracts of Japan Bd. 199 Nr. 3, 31 März 1999 sowie JP 10 335139 A (Denso Corp) bezieht sich auf ein Brennstoff-Einspritzventil mit einem Brennstoff-Einlass, ein mit einer Ventilanordnung zusammenwirkenden elektrisch ansteuerbaren Betätigungseinrichtung, die eine zu bestromende Magnet-Spulenordnung, eine mit dieser zusammenwirkende weichmagnetische Magnet-Jochanordnung, sowie eine mit dieser zusammenwirkende weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung aufweist. Die Magnet-Jochanordnung ist aus drei Jochscheiben gebildet. Jede Jochscheibe hat an wenigstens einer ihrer Stirnseiten einen Polsteg, der mit der Elektromagnet-Spulenordnung zusammen auf die Magnet-Ankeranordnung wirkt.

[0011] US 2004/118952 A1 (Nussio Randy) bezieht sich auf eine Jochscheibe mit einem Polsteg in einer Betätigungseinrichtung eines Brennstoff-Einspritzventils. Die Jochscheibe hat mehrere Teiljochs.

[0012] Die US 6 065 684 A (Varble et al) bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einem Gehäuse, das einen Kraftstoff-Strömungskanal mit einem Einlass (20) und einem Auslass definiert, einem Mittel zur Verbindung des Einlasses mit einer Kraftstoffversorgungsquelle bei einem gesteuerten erhöhten Kraftstoffdruck. Ein Einspritzventil dient dazu, den Auslass zum Einspritzen des Kraftstoffes durch den Auslass in eine Verbrennungskammer eines Motors selektiv zu schließen und zu öffnen, wobei der Kraftstoffdruck bewirkt, dass das Ventil in eine Öffnungsrichtung gedrängt wird. Ein Rückholmittel drängt das Ventil mit einer Kraft in eine Schließrichtung, die die Kraft, die durch den Kraftstoffdruck auf das Ventil ausgeübt wird, geringfügig übersteigt. Ein Anker ist an das Ventil angeschlossen und mit diesem beweglich. Erste und zweite Elektromagnete sind eng in einem Abstand an entgegengesetzten Seiten des Ankers angeordnet, und wenn sie erregt sind, ziehen

sie den Anker magnetisch in Richtung zu dem jeweiligen Elektromagneten. Wenn der erste Elektromagnet erregt ist, erzeugt er eine Kraft, die ausreicht, um den Anker anzuziehen und das Ventil gegen die überschüssige Schließkraft des Rückholmittels zu öffnen. Wenn der zweite Elektromagnet erregt ist, erzeugt er eine Kraft, die ausreicht, um das Ventil rasch mit der Unterstützung des Rückholmittels gegen die Kraft des Kraftstoffdruckes zu schließen, wenn der erste Elektromagnet entregt ist.

Der Erfindung zugrunde liegendes Problem

[0013] Damit besteht bei bekannten Brennstoff-Einspritzventilen das Problem, eine kompakt bauende und kostengünstige Anordnung eines Brennstoff-Einspritzventils bereitzustellen, die langzeitstabil und tauglich für den Einsatz in Groß-Serien ist und eine ausreichend hohe Hubzahl pro Arbeitstakt der Brennkraftmaschine mit den erforderlichen Öffnungs-/Schließ-Kräften auszuführen in der Lage ist. Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel, Brennstoff-Einspritzventile bereitzustellen, die dazu beitragen können, den Kraftstoffverbrauch von Verbrennungsmotoren zu senken um so den thermodynamischen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu steigern.

Erfindungsgemäße Lösung

[0014] Die Erfindung löst dieses Problem bei einer Ventilanordnung der oben genannten Art durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale.

[0015] Überraschenderweise hat sich nämlich gezeigt, dass es nicht erforderlich ist, von einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung als Ventilantrieb auf einen Piezo-Linear-Aktor mit allen seinen ihm eigenen Nachteilen und Problemen umzustellen.

[0016] Vielmehr kann durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Komponenten der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung erreicht werden, dass das Brennstoff-Einspritzventil nicht nur die für Otto-Motoren erforderlichen Öffnungs-/Schließ-Kräfte, sondern sogar die für eine Diesel-Direkt-Einspritzung erforderlichen Öffnungs-/Schließ-Kräfte bei erheblich mehr Hüben pro Arbeitstakt (etwa doppelt so viele wie ein Piezo-Linear-Aktor heutiger Bauart) mit einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung bereitstellen kann. Weiterhin baut die Gesamtanordnung bei schnell bereitstellbaren hohen Öffnungs-/Schließkräften bei einem geringem Durchmesser Außendurchmesser sehr kompakt. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung erlaubt außerdem eine sehr effiziente Massenfertigung mit engen Toleranzen und geringer Ausschussrate.

[0017] Die erfindungsgemäße Ventilanordnung erlaubt die Realisierung von Öffnungs-/Schließ-Zyklen mit etwa 40 - 50 μ sec und weniger. Damit sind Mehrfach-Einspritzvorgänge für ein effizientes Motormanagement sowohl für Otto-Motoren, als auch für Dieselmotoren möglich. Außerdem ist es auch möglich, den Brennstoff-

durchsatz durch das Brennstoff-Einspritzventil dadurch zu erhöhen, dass mit der erfindungsgemäßen Ventilanordnung der Hubweg des Ventilgliedes bei vergleichbarer Hubzeit etwa 3 bis 6 mal größer sein kann als bei einem Piezo-Linear-Aktor heutiger Bauart. Darüber hinaus erlaubt die erfindungsgemäße Anordnung eine sehr präzise Steuerung des Verlaufs des Hubweges über der Zeit.

Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wirkt jedes Teiljoch mit wenigstens einem Abstandshalter zusammen, der eine Abmessung eines Hohlraumes zwischen zwei Jochscheiben zumindest mitbestimmt. Der oder die Abstandshalter können entweder im Bereich der äußeren Mantelfläche der Jochscheibe angeordnet sein oder sich zwischen den Stirnflächen zweier Jochscheiben abstützen. Die Abstandshalter sind entweder mit den Teiljochen bzw. den Jochscheiben (laser-)verschweißt oder verklebt. Alternativ dazu können die Abstandshalter auch zumindest an einem Ende mit den Teiljochen bzw. den Jochscheiben einstückig hergestellt sein.

[0019] Weiterhin können im Bereich der äußeren Mantelfläche der Jochscheibe elektrische Verbindungsstücke für die Elektromagnet-Spulenordnung angeordnet sein bzw. verlaufen. Damit können die einzelnen Wicklungen der Elektromagnet-Spulenordnung auf einfache Weise bestromt werden.

[0020] Vorzugsweise sind jeweils derselben Seite der Magnet-Ankeranordnungen zugewandte Elektromagnet-Spulenordnungen für eine gleichphasige elektrische Ansteuerung in Reihen- oder Parallelschaltung verbunden. Damit ist es möglich, die Ventilanordnung elektrisch betätigt zu öffnen, zu schließen und zu halten, ohne dass eine Haltefeder erforderlich ist. Unter Haltefeder wird hierbei eine Feder mit einer hohen Federkonstante verstanden, die in der Lage ist die Ventilanordnung gegen die Betriebsdrücke (des zugeführten Brennstoffes bzw. in der Brennkammer) in einer Stellung zu halten. Davon zu unterscheiden ist eine Feder, die bei unbestromter Ventilanordnung und fehlenden Betriebsdrücken in der Lage ist, dafür zu sorgen, dass das Ventilglied in einer Schließstellung verharrt, so dass kein Brennstoff durch die Ventilanordnung in die Brennkammer strömt.

[0021] Die Erfindung erlaubt es, die Ventilanordnung sowohl elektrisch betätigt zu öffnen, als auch elektrisch betätigt zu schließen und in beiden Stellungen - aber auch in Zwischenstellungen - zu halten, in dem die entsprechende der zu beiden Stirnseiten der Ankeranordnung angeordnete Spulenordnung bestromt wird. Damit kann auch ein Abbremsen oder Beschleunigen des Ventilgliedes auf dem Weg zwischen den beiden Endstellungen erreicht werden. Dies hat zur Folge, dass das Ventilglied erheblich "weicher" in den Ventilsitz bzw. die entgegengesetzte Endstellung befördert werden kann. Dies führt zu geringerer mechanischer Belastung des

Ventilgliedes bzw. des Ventilsitzes, so dass diese Komponenten nicht so schnell verschleifen. Das erlaubt eine weniger robuste Dimensionierung und einen geringeren Durchmesser der Düsenadel und damit eine Verringerung der notwendigen Schließ-/Haltekräfte. Dies hat zur Folge, dass eine präzisere Dosierung des Brennstoffes und wegen der geringeren bewegten Massen eine höhere Bewegungsrate mit mehr Öffnungs/Schließzyklen pro Arbeitstakt als bei Piezo-Aktoren möglich ist. Außerdem ist das Kraft-Weg-Verhalten eines Piezo-Aktors erheblich ungünstiger und weniger beeinflussbar als bei einer erfindungsgemäßen Betätigungseinrichtung.

[0022] Bei einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils haben die Polstege ein Rastermaß, das etwa 2 bis etwa 30 mal, vorzugsweise etwa 5 bis etwa 20 mal, und besonders vorzugsweise etwa 10 mal größer ist als ein zwischen der Magnet-Jochanordnung und der Magnet-Ankeranordnung gebildeter Luftspalt in einer Ruhestellung der Betätigungseinrichtung. Das Verhältnis zwischen dem Rastermaß der Polstege, also einer Abmessung, die die magnetisch wirksame Fläche der Polstege mitbestimmt, und dem Luftspalt ist eine die Funktionalität des Ventils erheblich beeinflussende Größe. Die Erfindung geht davon aus, dass das Verhältnis im Bereich zwischen etwa 2 und etwa 30 liegen sollte, wobei jede Verhältniszahl zwischen diesen Grenzen im Bereich der Erfindung liegt und in erster Linie von den konstruktiven Gegebenheiten oder Anforderungen (verfügbarer Einbaudurchmesser, Länge, erforderlicher Ventilhub, Ventilglied-Dynamik, etc.) abhängt.

[0023] Indem die Polstege eine zur Mittellängsachse des Brennstoff-Einspritzventils im Wesentlichen asymmetrische Gestalt aufweisen wird vermieden, dass Fertigungsungenauigkeiten oder Schwankungen bei der Magnetfelderzeugung, oder Temperaturschwankungen zu unerwünschten Betriebszuständen führen. Vielmehr stellt sich die zur Mittellängsachse nicht rotations-symmetrische Gestaltung des Magnetjochs bzw. der Magnetspule insofern wesentlich unempfindlicher dar.

[0024] In einer Ausführungsform der Erfindung haben dazu die Polstege eine zur Mittellängsachse des Brennstoff-Einspritzventils spiralförmige Gestalt. In einer anderen Ausführungsform der Erfindung haben die Polstege eine im Wesentlichen mehreckige, vorzugsweise viereckige bzw. mehrkantige Gestalt und sind nebeneinander unter Bildung von Zwischenräumen zur Aufnahme der Elektromagnet-Spulenordnungen angeordnet, wobei die Polstege vorzugsweise parallel zueinander angeordnet sind.

[0025] Im letzteren Fall können wenigstens zwei benachbarte Polstege von wenigstens einer Elektromagnet-Spulenordnung zumindest teilweise mäanderförmig umgeben sein. Alternativ dazu kann auch jeweils jedes Teiljoch aus Kobalt-Eisen-haltigem Material gebildet sein und jeweils wenigstens einen Polsteg aufweisen, der von wenigstens einer Elektromagnet-Spulenordnung zumindest teilweise umgeben ist.

[0026] Eine Eigenschaft der Erfindung besteht darin,

dass zumindest eine Elektromagnet-Spulenordnung nicht-kreisringförmig gestaltete Polstege zumindest teilweise einschließen kann. Diese, in der Herstellung sehr effiziente Bauart erlaubt eine Ausführungsform; bei der zwischen zwei Lagen aus Weicheisen enthaltendem Blech ein Strom leitendes Band zur Bildung der Magnet-Spulenordnung und ein Weicheisen enthaltendes Blechband zur Bildung eines Stator-Jochrückens anzuordnen. Dabei grenzen das Strom leitende Band und das Weicheisen enthaltende Blechband an jeweils einer Längskante - elektrisch isoliert - aneinander an.

[0027] Um besonders schlanke oder langgezogene Bauformen mit großen Halte- oder Schließkräften zu realisieren ist eine Kaskadierung von mehreren Ventilantrieben entlang der Bewegungsachse der Ventilanordnung vorgesehen, bei der die Betätigungseinrichtung mehr als eine Baugruppe, gebildet durch die Magnet-Spulenordnung, die Magnet-Jochanordnung, und die Magnet-Ankeranordnung aufweist. Diese Baugruppen wirken dabei gemeinsam auf die Ventilanordnung - entweder gleichsinnig oder gegensinnig - um das Ventilglied aus dem Ventilsitz zu heben oder ggf. auch abgebremsst, hinzubefördern.

[0028] Erfindungsgemäß wirkt die Betätigungseinrichtung auf ein bewegliches Ventilglied ein, um dieses gegenüber einem mit dem Ventilglied zusammenwirkenden und stromabwärts zu dem Brennstoff-Einlaß angeordneten ortsfesten Ventilsitz zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung zu bewegen. Damit kann eine direkt schaltende Ventilanordnung realisiert werden.

[0029] Bei einer anderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils wirkt die Betätigungseinrichtung auf ein bewegliches Ventilglied ein, um dieses gegenüber einem mit dem Ventilglied zusammenwirkenden ortsfesten Ventilsitz zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung zu bewegen. Damit ist ein gesteuertes Ablassen von Brennstoff in eine Rückführleitung ermöglicht, wenn ein zweites, federbelastetes Ventilglied zusammen mit einem zweiten Ventilsitz durch den im Brennraum herrschenden Druck nicht geöffnet wird, und ein gesteuertes Ablassen von Brennstoff in den Brennraum ermöglicht, wenn das zweite, federbelastete Ventilglied zusammen mit dem zweiten Ventilsitz durch den im Brennraum herrschenden Druck geöffnet wird. Damit kann eine indirekt schaltende Ventilanordnung realisiert werden.

[0030] Erfindungsgemäß können die Magnet-Jochanordnung und/oder die Magnet-Ankeranordnung exzentrisch oder asymmetrisch zu einer Mittelachse des Brennstoff-Einspritzventils angeordnet sein.

[0031] Die einzelnen Ring-Spulen können eine Dicke von etwa 20 bis etwa 80 % des Magnetjoch-Eisens haben. Außerdem können die einzelnen Spulen auf einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung dazu eingerichtet sein, gegensinnig bestromt zu werden.

[0032] Weiterhin kann zwischen den einzelnen Spulen wenigstens auf einer Seite der weichmagnetischen Ma-

gnet-Ankeranordnung das Joch-Eisen durch gegeneinander isolierte Eisenbleche gebildet sein.

[0033] Der Erfindung liegt das Prinzip zugrunde, die Elektromagnet-Spulenordnung und die Magnet-Ankeranordnung im Wesentlichen rechtwinkelig zueinander zu orientieren.

[0034] Erfindungsgemäß können die die Magnet-Spulenordnung und die Magnet-Ankeranordnung sich in radialer Richtung zur Mittellängsachse zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig überlappen. Damit wird ein besonders effizienter Magnetkreis realisiert, der sehr geringe Ventil-Öffnungs-/Schließ-Zeiten erlaubt.

[0035] Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils kann die Magnet-Jochanordnung als ein im Wesentlichen zylindrischer weichmagnetischer Scheibenkörper mit radial oder tangential zur Mittellängsachse orientierten Unterbrechungen gestaltet sein. Diese Unterbrechungen können einfache Schlitze sein oder zur Erhöhung der Stabilität der Magnet-Jochanordnung durch Material gebildet sein, das einen höheren magnetischen Widerstand als das Material des weichmagnetischen Scheibenkörpers hat.

[0036] Bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils kann die Magnet-Ankeranordnung durch zwei oder mehr von einander räumlich getrennte streifenförmige weichmagnetische Abschnitte gebildet sein. Auch hier können die räumlichen Trennungen einfache Schlitze sein oder zur Erhöhung der Stabilität durch Material gebildet sein, das einen höheren magnetischen Widerstand als das Material der streifenförmigen weichmagnetischen Abschnitte hat.

[0037] Die Magnet-Ankeranordnung kann eine weichmagnetische Scheibe mit Ausnehmungen, vorzugsweise radial orientierten, zum Rand der Scheibe reichenden Schlitzen, oder Langlöchern gestaltet sein. Auch hier können die zum Rand der Scheibe reichenden Schlitzen oder Langlöcher einfache Ausnehmungen sein oder zur Erhöhung der Stabilität durch Material gebildet sein, das einen höheren magnetischen Widerstand als das Material der weichmagnetischen Scheibe hat.

[0038] Die Magnet-Ankeranordnung kann auch mehrlagig aufgebaut sein, wobei zwischen zwei Weicheisenlagen eine Keramiklage angeordnet ist. Dieser Schichtaufbau ist an der Ventilstange befestigt. Zur weiteren Verbesserung der Stabilität können die beiden Eisenlagen auch entlang des Außenumfangs noch miteinander verbunden sein.

[0039] Weiterhin können die weichmagnetische Ankeranordnung und das Ventilglied miteinander verbunden und durch eine Federanordnung in die Offen-Stellung oder die Geschlossen-Stellung vorgespannt und durch Bestromen der Magnet-Spulenordnung in die Geschlossen-Stellung oder die Offen-Stellung zu bringen sein.

[0040] Gemäß einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Brennstoff-Einspritzventils können auch zwei der oben beschriebenen Betätigungseinrich-

tungen vorgesehen sein, die auf das Ventilglied gegenseitig wirken und dieses bei jeweiliger Bestromung in die Geschlossen-Stellung bzw. die Offen-Stellung bringen.

[0041] Erfindungsgemäß bildet die Betätigungsstange zusammen daran angeordneten, in der Regel (laser-)geschweißten Magnet-Ankeranordnungen eine Unterbaugruppe, die mit wenigstens einer aus gestapelten und auf Abstand gehaltenen Teiljochen gebildeten weiteren Unterbaugruppe zusammenzusetzen ist.

[0042] Weiterhin umgibt erfindungsgemäß ein druckfestes Gehäuse die Betätigungseinrichtung und die Ventilanordnung, aus dem elektrische Anschlüsse für die Elektromagnet-Spulenordnungen mittels Glasdurchführungen nach außen herausgeführt sind. Die Glasdurchführungen stellen eine sichere und für die Groß-Serie geeignete, brennkraftstoffdichte und hinsichtlich der Betriebsdrücke (bis zu etwa 2000 bar) druckfeste Anordnung für die elektrischen Anschlüsse an dem Brennstoff-Einspritzventil sicher.

[0043] Weiterhin sind erfindungsgemäß die Elektromagnet-Spulenordnungen als Kupfer enthaltende Formteile gebildet, die mittels Keramikbeschichtung, Aluminiumoxidbeschichtung, Elektrophoreselackbeschichtung oder dergl. elektrisch isoliert sind, um die Polstege herum montiert sind und nach dem Zusammenfügen der aus einzelnen gestapelten und auf Abstand gehaltenen Teiljochen gebildeten Unterbaugruppe mit den elektrischen Anschlüsse verbunden werden.

[0044] Weiterhin sind erfindungsgemäß die Elektromagnet-Spulenordnungen mit den Teiljochen vergossen oder verklebt sind. Dies erhöht die Dauerbetriebsfestigkeit der Brennstoff-Einspritzventilanordnung.

[0045] Das erfindungsgemäße Brennstoff-Einspritzventil kann dazu eingerichtet und dimensioniert sein, in den Brennraum einer fremd gezündeten Brennkraftmaschine, oder in den Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine zu ragen.

[0046] Schließlich betrifft die Erfindung eine Montagevorrichtung mit einem Montageblock, der eine der Anzahl der Jochscheiben des Brennstoff-Einspritzventils entsprechende Anzahl von axial beabstandeten Aufnahmen aufweist, die so dimensioniert sind, dass die Jochteile der Jochscheiben im Wesentlichen spielfrei einzubringen und zu entnehmen sind, wobei die axialen Abstände der Ausnehmungen im Wesentlichen der axialen Erstreckung des Hohlraums zwischen zwei benachbarten Jochscheiben entsprechen, und der ein Verschweißen, Verlöten oder Verkleben von Abstandshaltern mit den Jochteilen erlaubt.

[0047] Weitere Vorteile, Ausgestaltungen oder Variationsmöglichkeiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Figuren in denen die Erfindung im Detail erläutert ist.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0048]

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung im Längsschnitt durch ein Brennstoff-Einspritzventil gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Querschnitt einer Weichmagnet-Ankeranordnung aus Fig. 1, geschnitten entlang der Linie II - II.

Fig. 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf einen Querschnitt einer Weichmagnet-Jochanordnung aus Fig. 1, geschnitten entlang der Linie III - III.

Fig. 4 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Weichmagnet-Jochanordnung mit einer Magnet-spulenordnung.

Fig. 5 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Weichmagnet-Jochanordnung und eine Magnet-spulenordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 6 zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Weichmagnet-Jochanordnung und eine Magnet-spulenordnung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 7 zeigt eine seitliche perspektivische Darstellung der Weichmagnet-Jochanordnung und der Magnet-spulenordnung gemäß Fig. 6.

Fig. 8 zeigt eine seitliche teilweise längsgeschnittene Darstellung der Ventilstange mit einer Ankeranordnung, die ein Kastenprofil aufweist.

Fig. 9 zeigt eine perspektivische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Betätigungseinrichtung.

Fig. 10 zeigt ein Teiljoch einer Jochscheibe für eine erfindungsgemäße Betätigungseinrichtung nach Fig. 9 in einer vergrößerten perspektivischen Seitenansicht.

Detaillierte Beschreibung derzeitig bevorzugter Ausführungsformen

[0049] In Fig. 1 ist Brennstoff-Einspritzventil mit einem zu einer Mittellängsachse M im wesentlichen rotations-symmetrischen Ventilgehäuse 10 im schematischen Längsschnitt in einer halb geöffneten Stellung gezeigt. Ein derartiges Brennstoff-Einspritzventil dient zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den nicht weiter veranschaulichten Brennraum einer Brennkraftmaschine. Das Brennstoff-Einspritzventil 10 hat einen radial orientierten, seitlichen Brennstoff-Einlaß 12, durch den mittels einer nicht weiter veranschaulichten Pumpe oder sonstigen Druckgeber unter Druck gesetzter Brennstoff in das Brennstoff-Einspritzventil einströmen kann. Es ist jedoch

auch möglich, den Brennstoff Einlaß etwa im mit 14 angedeuteten zentralen in Fig. 1 oberen Bereich des Brennstoff-Einspritzventils vorzusehen. Von dem Brennstoff-Einlaß 12 reicht ein zentraler Brennstoff-Kanal 16 durch ein Rohr 17 zu einem Brennstoff-Auslaß 18. An Ende des zentralen Brennstoff-Kanals 16 ist eine Ventilanordnung 20 vorgesehen, um den Brennstoff in gesteuerter Weise durch den Brennstoff Auslaß 18 in den Brennraum der Brennkraftmaschine ausströmen zu lassen.

[0050] Die Ventilanordnung 20 ist durch ein sich in dem zentralen Brennstoff-Kanal 16 befindliches und zum Brennstoff-Auslaß 18 hin konisch verjüngendes Ventilglied 20a und einen mit dem Ventilglied 20a zusammenwirkenden Ventilsitz 20b gebildet, der entsprechend der Form des Ventilgliedes 20a gestaltet ist.

[0051] Das Ventilglied 20a ist über eine Betätigungsstange 22 mit einer elektrisch ansteuerbaren Betätigungseinrichtung 24 verbunden, um das Ventilglied 20a zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung (in Fig. 1 auf und ab) zu bewegen. Damit wird von dem Brennstoff-Einlaß 12 kommender und durch den zentralen Brennstoff-Kanal 16 strömender, unter Druck stehender Brennstoff in gesteuerter Weise durch den Brennstoff-Auslaß 18 in den Brennraum ausgestoßen.

[0052] Die Betätigungseinrichtung 24 ist gebildet durch eine Elektromagnet-Spulenordnung 24a, eine mit dieser zusammenwirkende weichmagnetische Magnet-Jochanordnung 24b, sowie eine mit dieser zusammenwirkende weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung 24c. Dabei ist die weichmagnetische Magnet-Jochanordnung 24b aus zwei etwa auf Höhe der Schnittlinie II - II zusammengefügt Schalen-Hälften 24b' und 24b'' mit Ausnehmungen 26a, 26b gebildet. Die Ausnehmungen 26a, 26b haben bei der Ausführungsform nach Fig. 1 in der Draufsicht die in den Fig. 4 und 5 gezeigte Längserstreckung und sind durch ebenfalls etwa trapez- oder parallelogrammförmige Polstege 25a, 25b begrenzt. In den Ausnehmungen 26a, 26b ist jeweils eine Elektromagnet-Spulenordnung 24a' und 24a'' aufgenommen, die bündig mit den jeweiligen Stirnflächen 27a, 27b der Schalen-Hälften 24b' und 24b'' abschließen.

[0053] Die Stirnflächen 27a, 27b der Schalen-Hälften 24b' und 24b'' begrenzen einen Hohlraum 28, in dem die Magnet-Ankeranordnung 24c längs der Mittelachse M beweglich aufgenommen ist.

[0054] In der in Fig. 1 gezeigten Anordnung haben die Elektromagnet-Spulenordnungen bzw. die Magnetjochanordnung die in Fig. 4 gezeigte Konfiguration, bei der die Polstege 25a, 25b eine im Wesentlichen viereckige Gestalt haben und nebeneinander unter Bildung von Zwischenräumen zur Aufnahme der Elektromagnet-Spulenordnungen 24a', 24a'' angeordnet sind. Dabei sind die Polstege 25a, 25b vorzugsweise parallel zueinander angeordnet. Die Magnetjochanordnung kann hier aus einstückigem Weicheisen gebildet sein, aus dem die Polstege bzw. die Zwischenräume ausgeformt sind. In ein derartiges einstückiges Weicheisen-Formteil können

Unterbrechungen in Form von Schlitten oder Langlöchern eingearbeitet sein, die mit elektrisch isolierendem Material gefüllt sind. Es ist aber auch möglich, die Magnetjochanordnung als Formteil aus gesinterem Eisenpulver herzustellen oder aus mehreren, ggf. gegeneinander isolierten Teilstücken zu montieren und zum Beispiel zu verkleben.

[0055] Fig. 2 zeigt die weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung 24c. Sie hat eine weichmagnetische Ankerscheibe 24c, die um die Mittelachse M herum angeordnet ist. Um die in der Ankerscheibe 24c induzierten Wirbelströme beim Betrieb des Brennstoff-Einspritzventils möglichst gering zu halten, ist die Ankerscheibe 24c mit radial orientierten Unterbrechungen 36 versehen. Diese Unterbrechungen haben die Gestalt von zum Rand 30 der Ankerscheibe 24c reichenden Schlitten 36. Dadurch entstehen radial orientierte Streifen 25, die im Zentrum der Scheibe 24c miteinander verbunden sind.

[0056] Fig. 3 zeigt die weichmagnetische Magnet-Jochanordnung 24b im Querschnitt. Um die in der Magnet-Jochanordnung 24b induzierten Wirbelströme beim Betrieb des Brennstoff-Einspritzventils möglichst gering zu halten, ist die Magnet-Jochanordnung 24b mit einer Vielzahl von radial orientierten senkrechten Unterbrechungen 36 in Form von Schlitten versehen. Um das Brennstoff-Einspritzventil fluiddicht zu gestalten, ist zwischen den Schlitten 36 an der Außenwand ein Materialsteg 38 vorgesehen, der für eine geschlossene Mantelfläche sorgt. Alternativ dazu kann die geschlossene Mantelfläche auch an den radial inneren Enden der Schlitten 36 angeordnet sein. Dies hat außerdem den Vorteil einer ggf. verbesserten Wärmeableitung aus dem Magnetjoch. Dabei sind beide Schalen-Hälften 24b' und 24b'' der Magnet-Jochanordnung 24b mit den Schlitten 36 versehen.

[0057] Aus dem Vorstehenden wird deutlich, dass die Elektromagnet-Spulenordnung 24a und die radial orientierten Streifen 25 der weichmagnetischen Ankerscheibe 24c im Wesentlichen rechtwinklig zueinander orientiert sein können. Es versteht sich, dass dies entweder in der vorstehend beschriebenen Form mit radial orientierten Streifen 25 der Anker-Anordnung 24b und einer spiralförmigen Elektromagnet-Spulenordnung 24a bzw. Magnet-Jochanordnung 24b realisiert werden kann, oder umgekehrt. Es ist aber auch möglich, mit konzentrischen Ankerteilen und einer sternförmig gestalteten Elektromagnet-Spulenordnung die Betätigungseinrichtung 24 zu realisieren.

[0058] Die Magnet-Ankeranordnung 24c ist eine kreisrunde eisenhaltige Scheibe mit einer weiter unten im Detail beschriebenen Gestalt. Die Elektromagnet-Spulenordnung 24a und die Magnet-Ankeranordnung 24c überlappen sich in radialer Richtung bezogen auf die Mittelachse (M). Wie in der Fig. 1 gezeigt ist, hat die Elektromagnet-Spulenordnung 24a einen geringeren Außendurchmesser als die Ankerscheibe 24c, so dass der aus der Elektromagnet-Spulenordnung 24a hervorgehobene magnetische Fluss praktisch ohne nennenswerte

Streu-Verluste in die Ankerscheibe 24c eindringt. Damit wird ein besonders effizienter Magnetkreis realisiert, der sehr geringe Ventil-Öffnungs-/Schließ-Zeiten sowie hohe Haltekräfte erlaubt.

[0059] Die Ankerscheibe 24c kann - unabhängig von der Gestaltung des Magnetjoches bzw. der Magnet-Spulenordnung - auch eine geschlossene Kreisscheibe aus Weicheisen sein, sofern die oben beschriebene Ausgestaltung des Magnetjoches bzw. der Magnet-Spulenordnung sicherstellt, dass die Streuverluste bzw. Wirbelstromverluste gering genug für den jeweiligen Einsatzzweck sind.

[0060] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, ist die Ankerscheibe 24c mit der Betätigungsstange 22 starr verbunden und in einem durch die Schalen-Hälften 24b' und 24b" der Magnet-Jochanordnung 24b begrenzten Ankerraum 34 längs der Mittelachse M in dem Rohr 17 geführt längsbeweglich aufgenommen. Dabei ist die Ankerscheibe 24c mit der Betätigungsstange 22 durch eine zur Mittelachse M koaxial angeordnete Schraubenfeder 40 belastet, so dass das am Ende der Betätigungsstange 22 befindliche Ventilglied 20a in dem Ventilsitz 20b fluid dicht sitzt, also in seine Geschlossen-Stellung gedrängt ist. Beim Bestromen einer der Spulen (zum Beispiel 24a') der Elektromagnet-Spulenordnung 24a wird in der Magnet-Jochanordnung 24b ein wirbelstromarmes Magnetfeld induziert, das die Ankerscheibe 24c mit der Betätigungsstange 22 in Richtung der jeweiligen Schalen-Hälfte 24b' zieht in der sich die bestromte Spule befindet. Damit bewegt sich das Ventilglied 20a von dem Ventilsitz 20b weg in seine Offen-Stellung. Beim Bestromen der anderen Spule (zum Beispiel 24a") der Elektromagnet-Spulenordnung 24a bewegt sich das Ventilglied 20a in die jeweils andere Stellung zu dem Ventilsitz 20b hin in seine Geschlossen-Stellung. Eine am von dem Ventilglied 20a abliegenden Ende der Betätigungsstange 22 auf diese wirkende Schraubenfeder 40 hält das Ventilglied 20a bei unbestromter Elektromagnet-Spulenordnung 24a in seiner Geschlossen-Stellung.

[0061] Eine Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, über die Betätigungsstange 22 mit dem Ventilglied 20a mehrere (zwei oder mehr) Ankerscheiben 24c zu koppeln, auf die jeweils von einer oder von beiden Seiten eine Spulen-Jochanordnung wirkt. Außerdem kann die Spulenordnung 24a zu beiden Seiten der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung 24c jeweils mehrteilig ausgestaltet sein. Dabei sind jeweils zwei oder mehr Elektromagnet-Spulenordnungen 24a', 24a" vorgesehen, die im Wesentlichen bündig mit den jeweiligen Stirnflächen 27a, 27b der Schalen-Hälften 24b' und 24b" abschließen. Diese Ausführungsform kann bei gleichem Bauvolumen eine erhöhte Magnetfeld-Dichte und damit auch eine gesteigert Ventilglied-Haltekraft und Ventilglied-Betätigungsgeschwindigkeit haben. Durch die einzelnen Spulen einer auf Seite (oberhalb bzw. unterhalb) der jeweiligen Magnet-Ankeranordnung 24c fließt dabei abwechselnd gegensinnig gerichteter Strom. Das Joch-Eisen zwischen den einzelnen Spulen

24a einer Seite kann hier durch gegeneinander isolierte Eisenbleche gebildet sein.

[0062] Die beiden Ausführungsformen sind mit elektrisch ansteuerbaren Betätigungseinrichtungen 24 gezeigt, bei denen eine zentrale Betätigungsstange 22 von einer scheibenförmigen Magnet-Ankeranordnung 24c bewegt wird. Es ist auch möglich, anstelle der zentralen Betätigungsstange 22 ein Rohr vorzusehen, an dessen Stirnfläche der Magnet-Anker angeordnet ist.

[0063] Bei der Ausführungsform des Magnet-Joches bzw. der Magnetspulen gemäß Fig. 4 ist jeder einzelne Polsteg von einer separaten Wicklung umgeben. Der besseren Übersicht wegen sind in Fig. 4 nicht alle Polstege mit Elektromagnet-Spulenordnungen versehen dargestellt. Dabei sind alle Elektromagnet-Spulenordnungen 24a' und 24 a" entweder gegensinnig gewickelt und gleichsinnig bestromt oder bei gleichsinniger Wicklung gegensinnig bestromt um an gegenüberliegenden Flanken 25a', 25a" der Polstege 25a, 25b jeweils gegensinnig gerichteten elektrischen Strom vorbeiführen.

[0064] Alternativ dazu ist es auch möglich, die Elektromagnet-Spulenordnung in der in Fig. 5 gezeigten Konfiguration auszuführen, bei der eine (oder mehrere) Wicklungen mäanderförmig in die Ausnehmungen 26a, 26b zwischen die Polstege 25a, 25b der Magnet-Jochanordnung eingelegt ist (sind). Auch hier wird an gegenüberliegenden Flanken 25a', 25a" jedes der Polstege 25a, 25b jeweils gegensinnig gerichteter elektrischer Strom vorbeigeführt. Ersichtlich haben bei allen Ausführungsformen die Polstege 25a, 25b (und auch die Ausnehmungen 26a, 26b) eine zur Mittellängsachse M des Brennstoff-Einspritzventils im Wesentlichen asymmetrische Gestalt, wobei zumindest eine Elektromagnet-Spulenordnung 24a', 24 a" nicht-kreisringförmig gestaltete Polstege zumindest teilweise so einschließt, dass an deren Flanken gegensinnig gerichteter elektrischer Strom vorbeigeführt wird.

[0065] Die in den Fig. 6 und 7 gezeigte Ausführungsform einer Elektromagnet-Spulenordnung 24a wird mit der mit ihr zusammenwirkenden weichmagnetischen Magnet-Jochanordnung 24b integriert hergestellt. Dazu wird ein Weicheisen enthaltendes, lang gestrecktes Jochblech 50 beidseitig mit einem Leiterstreifen 52 umgeben, indem dieser um eine - im späteren, fertigen Zustand innen liegende - Längskante 50' des Jochblechs 50 umgeknickt wird. Neben dem Leiterstreifen 52 wird ein Weicheisen enthaltendes Blechband 54 angeordnet, das genauso dick ist wie der Leiterstreifen 52 und ebenfalls um die - im fertigen Zustand innen liegende - Längskante 50' des Jochblechs 50 umgeknickt wird. Das neben dem Leiterstreifen 52 liegende Blechband 54 dient dazu, zusammen mit dem Abschnitt des Jochbleches 50, an dem es flächig anliegt, - im fertigen Zustand - den Rücken des Magnetjoches zu bilden. Der Leiterstreifen 52 überragt die - im fertigen Zustand außen liegende - seitliche Längskante 50" des Jochblechs 50 an beiden Enden zur elektrischen Kontaktierung. Anschließend wird eine zweite Lage eines ein Weicheisen enthaltenden, lang ge-

zogenen Jochbleches 56 dagegen gelegt, so dass ein Schichtaufbau bestehend aus dem ersten Jochblech 50, den Leiterstreifen 52 und dem Blechband 54, sowie dem zweiten Jochblech 56 entsteht. Dieser Schichtaufbau wird anschließend in der in Fig. 6 gezeigten Weise spiralförmig zusammengerollt, um das aus einer Spule und einem Joch bestehende Gesamtgebilde zu erhalten. Nach dem spiralförmigen Zusammenrollen liegen die ersten und zweiten Jochbleche 50, 56 dicht aneinander an und das Gesamtgebilde ist ein zylindrischer Wickelkörper. Es versteht sich, dass der Leiterstreifen 52 gegen die Weicheisen-Teile 50, 54, 56 elektrisch isoliert ist.

[0066] Der in Fig. 1 gezeigte, zur Mittellängsachse M koaxiale Luftspalt zwischen der Magnet-Jochanordnung 24b und der Magnet-Ankeranordnung 24c in der Ruhestellung der Betätigungseinrichtung 24 gebildete Luftspalt ist etwa 10 mal größer als das Rastermaß der Polstege. Dabei ist das Rastermaß bei dieser Ausführungsform die Querabmessung der Polstege. Bei der Ausführungsform der Magnet-Jochanordnung 24b nach den Fig. 6, 7 ist das Rastermaß die Dicke des Jochbleches 40. Es sind auch andere Geometrien der Polstege möglich. Bestimmend für das Rastermaß sind die kleinsten Strukturen der Polstege, also deren Längsabmessungen, Querabmessungen, Dicke, etc. welche zu einer feinteiligen Gestalt der auf den Magnet-Anker wirkenden Pole des Magnetjoches führen. Dieses kleine Rastermaß führt zu hoher magnetischer Flussdichte und damit zu hohen Anzugs- bzw. Haltekräften der Ventilanordnung bzw. auch zu einer niedrigen Schaltzeit, da die elektrischen und magnetischen Verluste bzw. die induzierten Gegenkräfte sehr gering sind.

[0067] In Fig. 8 ist eine weitere Alternative für eine Ausgestaltung der Ankeranordnung gezeigt. Dabei ist die Ankerscheibe 24c mehrlagig aufgebaut. Zwischen zwei relativ dünnen - und damit wirbelstromarmen - Weicheisenlagen 24c' ist zur Erhöhung der mechanischen Stabilität eine Keramiklage 24c'' angeordnet und an der Ventilstange 22 befestigt. Es versteht sich, dass die beiden Weicheisenlagen 24c' entweder vollständige Ankerscheiben oder in der oben beschriebenen Art ausgenommene Scheiben sein können. Auch können mehrere derartige Ankeranordnungen entlang der Ventilstange 22 verteilt angeordnet sein.

[0068] Fig. 9 zeigt Teilansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Magnet-Jochanordnung 24b, bei der jeweils zwei im Wesentlichen halbkreis-scheibenförmige Teiljoch 125a zu einer Jochscheibe 125 der Magnet-Jochanordnung 24b zusammengefügt sind. Im Zentrum jeder aus zwei halbkreis-scheibenförmige Teiljochen 125a zusammengesetzten Jochscheibe 125 ist ein halbkreis-zylindrische Aussparung 125' (siehe Fig. 10), die eine Lagerbuchse 126 für die Ventilstange 22 aufnimmt. Damit ist jede Jochscheibe aus wenigstens zwei Weicheisen enthaltenden Teiljochen zusammengesetzt, die eine die Magnet-Ankeranordnung tragende Betätigungsstange umgeben. Die jeweiligen Teiljoch 125a einer Jochscheibe werden miteinander

der verklebt.

[0069] Jede Jochscheibe 125 der Magnet-Jochanordnung - außer den Jochscheiben an den beiden Enden des Jochscheibenstapels in Fig. 9 - hat an ihren beiden Stirnseiten 128, 130 jeweils einen Polsteg 25a, 25b, der mit der Elektromagnet-Spulenordnung 24a', 24a'' zusammen auf die Magnet-Ankeranordnung 24c wirkt. Die Magnet-Ankeranordnung 24c ist dabei durch eine entsprechende Anzahl von an der Ventil-Betätigungsstange 22 angeschweißte Weicheisenscheiben gebildet, die mit einer Vielzahl von Bohrungen versehen sind, durch die Brennstoff strömen kann, wenn sich die Magnet-Ankeranordnung 24c zwischen ihren Endstellungen bewegt.

[0070] Jedes Teiljoch 125a hat an im Bereich seiner äußeren Mantelfläche einen Abstandshalter 130 angeformt, der die Abmessung X des Hohlraumes 28 zwischen den beiden zwei Jochscheiben 125 mitbestimmt. Weiterhin sind im Bereich der äußeren Mantelfläche der Jochscheibe 125 elektrische Verbindungsstücke 132 für die Elektromagnet-Spulenordnung 24a', 24a'' angeordnet. Damit sind jeweils derselben Seite der Magnet-Ankeranordnungen 24c zugewandte Elektromagnet-Spulenordnungen 24a', 24a'' für eine gleichphasige elektrische Ansteuerung in Reihen- oder Parallelschaltung verbunden.

[0071] Die an der Betätigungsstange 22 angeordneten Magnet-Ankeranordnungen 24c bilden somit eine Unterbaugruppe, die mit den beiden aus gestapelten und auf Abstand gehaltenen Teiljochen gebildeten weiteren Unterbaugruppen zusammenzusetzen ist.

[0072] Ein druckfestes Gehäuse umgibt die Betätigungseinrichtung 24 und die Ventilanordnung 20, aus dem elektrische Anschlüsse von den elektrischen Verbindungsstücken 132 für die Elektromagnet-Spulenordnungen 24a', 24a'' mittels Glasdurchführungen nach außen herausgeführt sind.

[0073] Die Elektromagnet-Spulenordnungen 24a', 24a'' sind als Kupfer enthaltende Formteile gebildet, die mittels Aluminiumoxidbeschichtung oder dergl. elektrisch isoliert sind. Diese Formteile werden um die Polstege 25a, 25b herum montiert und nach dem Zusammenfügen der aus einzelnen gestapelten und auf Abstand gehaltenen Teiljochen gebildeten Unterbaugruppe mit den elektrischen Anschlüssen verbunden. Schließlich werden die Elektromagnet-Spulenordnungen 24a', 24a'' in den Ausnehmungen der Teiljoch 125a vergossen.

Patentansprüche

1. Brennstoff-Einspritzventil für Brennstoff-Einspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit

- einem Brennstoff-Einlaß (12), der dazu einge-

richtet ist, Brennstoff in das Brennstoff-Einspritzventil einströmen zu lassen,
 - einer elektrisch ansteuerbaren Betätigungseinrichtung (24) die mit einer Ventilanordnung (20) zusammenwirkt, um Brennstoff in direkt oder indirekt gesteuerter Weise durch einen Brennstoff-Auslaß (18) in den Brennraum ausströmen zu lassen, wobei

-- die Betätigungseinrichtung (24) eine zu bestromende Magnet-Spulenordnung (24a), eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Jochanordnung (24b), sowie eine mit dieser zusammenwirkende im Wesentlichen weichmagnetische Magnet-Ankeranordnung (24c) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Magnet-Jochanordnung (24b) aus wenigstens zwei Jochscheiben (125) gebildet ist,

-- jede Jochscheibe (125) an wenigstens einer ihrer Stirnseiten (127, 129) wenigstens einen Polsteg (25a, 25b) aufweist, der mit der Elektromagnet-Spulenordnung (24a', 24 a'') zusammen auf die Magnet-Ankeranordnung (24c) wirkt, und

- jede Jochscheibe (125) aus wenigstens zwei Weicheisen enthaltenden Teiljochen (125a) zusammengesetzt ist, die eine die Magnet-Ankeranordnung (24c) tragende Betätigungsstange (22) zumindest teilweise umgeben, - die weichmagnetische Magnet-Jochanordnung (24b) wenigstens zwei zusammengefügte Schalen-Teile (24b', 24b'') mit Ausnehmungen (26a, 26b) aufweist, in denen die Elektromagnet-Spulenordnung (24a', 24 a'') aufgenommen ist, die im Wesentlichen bündig mit der jeweiligen Stirnfläche (27a, 27b) eines der Schalen-Teile (24b', 24b'') abschließt, wobei die Stirnflächen (27a, 27b) den Hohlraum (28) begrenzen, in dem die Magnet-Ankeranordnung (24c) längs der Mittellängsachse (M) beweglich aufgenommen ist, und

- dass die Elektromagnet-Spulenordnung (24a', 24 a'') auf wenigstens einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung (24c) durch mehrere Elektromagnet-SpulenAnordnungen gebildet ist.

2. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass**

- jedes Teiljoch (125a) mit wenigstens einem Abstandshalter (130) zusammenwirkt, der eine Abmessung eines Hohlraumes (28) zwischen zwei Jochscheiben (125) zumindest mitbestimmt.

3. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet dass**

- der oder jeder Abstandshalter (130) im Bereich der äußeren Mantelfläche der Jochscheibe (125) angeordnet ist.

4. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet dass**

- im Bereich der äußeren Mantelfläche der Jochscheibe (125) elektrische Verbindungsstücke (132) für die Elektromagnet-Spulenordnung (24a', 24 a'') angeordnet sind.

5. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet dass**

- jeweils derselben Seite der Magnet-Ankeranordnungen (24c) zugewandte Elektromagnet-Spulenordnungen (24a', 24 a'') für eine gleichphasige elektrische Ansteuerung in Reihen-oder Parallelschaltung verbunden sind.

6. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Polstege (25a, 25b) eine zur Mittellängsachse (M) des Brennstoff-Einspritzventils im Wesentlichen asymmetrische Gestalt aufweisen.

7. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Polstege (25a, 25b) eine im Wesentlichen mehreckige, vorzugsweise viereckige Gestalt haben und nebeneinander unter Bildung von Zwischenräumen zur Aufnahme der Elektromagnet-Spulenordnungen (24a', 24 a'') angeordnet sind, wobei die Polstege (25a, 25b) vorzugsweise parallel zueinander angeordnet sind.

8. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet dass**

- jedes Teiljoch () aus Kobalt-Eisen-haltigem Material gebildet ist und jeweils wenigstens einen Polsteg (25a, 25b) aufweist, der von wenigstens einer Elektromagnet-Spulenordnung (24a', 24 a'') zumindest teilweise umgeben ist.

9. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet dass**

- zumindest eine Elektromagnet-Spulenordnung

nung (24a', 24 a'') nicht-kreisringförmig gestaltete Polstege (25a, 25b) zumindest teilweise einschließt.

10. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Betätigungseinrichtung (24) mehr als eine Baugruppe, gebildet durch die Magnet-Spulen-anordnung (24a), die Magnet-Jochanordnung (24b), und die Magnet-Ankeranordnung (24c) aufweist, wobei diese Baugruppen gemeinsam gleichsinnig oder gegensinnig auf die Ventilanordnung (20) wirken.

11. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Betätigungseinrichtung (24) auf ein bewegliches Ventiltglied (20a) der Ventilanordnung (20) einwirkt, um dieses gegenüber einem mit dem Ventiltglied (20a) zusammenwirkenden und stromabwärts zu dem Brennstoff-Einlaß (12) angeordneten ortsfesten Ventilsitz (20b) zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung zu bewegen.

12. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die einzelnen Spulen eine Dicke von etwa 20 bis etwa 80 % des zwischen zwei Spulen vorhandenen Magnetjoch-Eisens haben.

13. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die einzelnen Spulen auf einer Seite der weichmagnetischen Magnet-Ankeranordnung (24c) dazu eingerichtet sind, gegensinnig bestromt zu werden.

14. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Magnet-Ankeranordnung (24c) eine weichmagnetische Scheibe mit Ausnehmungen (38), vorzugsweise radial orientierten, zum Rand (30) der Scheibe reichenden Schlitzten, Rund- oder Langlöchern gestaltet ist.

15. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Magnet-Ankeranordnung (24c) mehrlagig

aufgebaut ist, wobei zwischen zwei Weicheisenlagen (24c') eine Keramiklage (24c'') angeordnet und an der Betätigungsstange (22) befestigt ist.

16. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Magnet-Ankeranordnung (24c) und das Ventiltglied (20a) über die Betätigungsstange (22) miteinander verbunden sind und durch eine Federanordnung (40) in die Offen-Stellung oder die Geschlossen-Stellung vorgespannt sind und durch Bestromen der Magnet-Spulen-anordnung (24a) in die Geschlossen-Stellung oder die Offen-Stellung zu bringen sind.

17. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Magnet-Ankeranordnungen (24c) an der Betätigungsstange (22) angeschweißt sind.

18. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die an der Betätigungsstange (22) angeordneten Magnet-Ankeranordnungen (24c) eine Unterbaugruppe bilden, die mit wenigstens einer aus gestapelten und auf Abstand gehaltenen Teiljochen (125a) gebildeten weiteren Unterbaugruppe zusammenzusetzen ist.

19. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- ein druckfestes Gehäuse die Betätigungseinrichtung (24) und die Ventilanordnung (20) umgibt, aus dem elektrische Anschlüsse für die Elektromagnet-Spulen-anordnungen (24a', 24 a'') mittels Glasdurchführungen nach außen herausgeführt sind.

20. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Elektromagnet-Spulen-anordnungen (24a', 24 a'') als Kupfer enthaltende Formteile gebildet sind, die mittels Keramikbeschichtung, Aluminiumoxidbeschichtung, Elektrophoreselackbeschichtung oder dergl. elektrisch isoliert sind, um die Polstege (25a, 25b) herum montiert sind und nach dem Zusammenfügen der aus einzel-

nen gestapelten und auf Abstand gehaltenen Teiljochen gebildeten Unterbaugruppe mit den elektrischen Anschlüssen verbunden werden.

21. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- die Elektromagnet-Spulenarrangements (24a', 24 a") mit den Teiljochen (125a) vergossen oder verklebt sind.

22. Brennstoff-Einspritzventilanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet dass**

- das Brennstoff-Einspritzventil dazu eingerichtet und dimensioniert ist, in den Brennraum einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine zu rasen.

23. Brennstoff-Einspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Brennstoff-Einspritzventil dazu eingerichtet und dimensioniert ist, in den Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine zu rasen.

24. Montagevorrichtung zur Fertigung eines Brennstoff-Einspritzventils nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Montageblock, der eine der Anzahl der Jochscheiben (125) des Brennstoff-Einspritzventils entsprechende Anzahl von axial beabstandeten Aufnahmen aufweist, die so dimensioniert sind, dass die Jochteile (125a) der Jochscheiben (125) im Wesentlichen spielfrei einzubringen und zu entnehmen sind, wobei die axialen Abstände (X) der Ausnehmungen im Wesentlichen der axialen Erstreckung des Hohlraums (28) zwischen zwei benachbarten Jochscheiben (125) entsprechen, und der ein Verschweißen, Verlöten oder Verkleben von Abstandshaltern (130) mit den Jochteilen erlaubt.

Claims

1. Fuel injection valve for fuel injection systems of internal combustion engines, in particular for injecting fuel directly into a combustion chamber of an internal combustion engine, said fuel injection valve comprising
- a fuel inlet (12) which is designed to allow fuel to flow into the fuel injection valve,
- an actuating device (24) which can be electrically activated and cooperates with a valve ar-

angement in order to discharge fuel into the combustion chamber in a directly or indirectly controlled manner via a fuel outlet (18),

- the actuating device (24) having a solenoid arrangement (24a) which is to be energized, a substantially magnetically soft magnet yoke arrangement (24b) which cooperates therewith, and a substantially magnetically soft magnet armature arrangement (24c) which cooperates therewith,

characterized in that the magnet yoke arrangement (24b) is constituted by at least two yoke discs (125),

- at least one of the faces (127, 129) of each yoke disc (125) has at least one pole web (25a, 25b) which together with the solenoid arrangement (24a', 24a") acts upon the magnet armature arrangement (24c), and

- each yoke disc (125) is composed of at least two partial yokes (125a) which contain soft iron and at least partly surround an actuating rod (22) which supports the magnet armature arrangement (24c),

- the magnetically soft magnet yoke arrangement (24b) has at least two conjoined shell parts (24b', 24b") with recesses (26a, 26b) in which there is accommodated a respective solenoid arrangement (24a', 24a") which ends substantially flush with the respective end face (27a, 27b) of one of the shell parts (24b', 24b"), the end faces (27a, 27b) together delimiting the cavity (28) in which the magnet armature arrangement (24c) is accommodated so as to be movable along the central longitudinal axis (M) and,

- the solenoid arrangement (24a', 24a") is constituted, on at least one side of the magnetically soft magnet armature arrangement (24c), by a plurality of solenoid arrangements.

2. Fuel injection valve according to claim 1, **characterized in that**

- each partial yoke (125a) cooperates with at least one spacer (130) which at least concomitantly determines a dimension of a cavity (28) between two yoke discs (125).

3. Fuel injection valve according to claim 2, **characterized in that**

- the spacer (130) or each spacer (130) is disposed in the region of the outer circumferential surface of the yoke disc (125).

4. Fuel injection valve according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that**

- electrical connecting pieces (132) for the solenoid arrangement (24a', 24a'') are disposed in the region of the outer circumferential surface of the yoke disc (125).
5. Fuel injection valve according to claim 4, **characterized in that**
- solenoid arrangements (24a', 24a'') facing respectively the same side of the magnet armature arrangements (24c) are connected for cophasal electrical activation in series or parallel connection.
6. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**
- the pole webs (25a, 25b) are of a shape which is substantially asymmetrical in relation to the central longitudinal axis (M) of the fuel injection valve.
7. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**
- the pole webs (25a, 25b) are of a substantially polygonal, preferably quadrangular shape, and are disposed next to one another so as to form intermediate spaces for accommodating the solenoid arrangements (24a', 24a''), the pole webs (25a, 25b) preferably being disposed in parallel to one another.
8. Fuel injection valve according to any one of claims 1 to 7, **characterized in that**
- each partial yoke (125a) is made of a cobalt-iron-containing material and has at least one respective pole web (25a, 25b), which is at least partly surrounded by at least one solenoid arrangement (24a', 24a'').
9. Fuel injection valve according to any one of claims 1 to 8, **characterized in that**
- at least one solenoid arrangement (24a', 24a'') at least partly encloses pole webs (25a, 25b) of non-circular shape.
10. Fuel injection valve according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that**
- the actuating device (24) has more than one assembly, constituted by the solenoid arrangement (24a), the magnet yoke arrangement (24b), and the magnet armature arrangement (24c), these assemblies acting jointly upon the valve arrangement (20) in the same or opposite
- directions.
11. Fuel injection valve according to any one of claims 1 to 10, **characterized in that**
- the actuating device (24) acts upon a movable valve element (20a) of the valve arrangement (20), in order to move said valve element, in relation to a stationary valve seat (20b) which cooperates with the valve element (20a) and is disposed downstream from the fuel inlet (12), between an open position and a closed position.
12. Fuel injection valve according to claim 1, **characterized in that**
- the individual coils are of a thickness of approximately 20 to approximately 80 % of the magnet-yoke iron present between two coils.
13. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**
- the individual coils are arranged on one side of the magnetically soft magnet armature arrangement (24c) to be energized in opposite directions.
14. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**
- the magnet armature arrangement (24c) is designed as a magnetically soft disc with recesses (38), preferably radially oriented slots or round or oblong holes extending to the edge (30) of the disc.
15. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**
- the magnet armature arrangement (24c) is of a multilayer structure, a ceramic layer (24c'') being disposed between two soft-iron layers (24c') and being attached to the actuating rod (22).
16. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**
- the magnet armature arrangement (24c) and the valve element (20a) are connected to each other via the actuating rod (22), are biased to the open position or the closed position by a spring arrangement (40), and can be brought into the closed position or the open position as a result of the solenoid arrangement (24a) being energized.
17. Fuel injection valve according to any one of the pre-

ceding claims, **characterized in that**

- the magnet armature arrangements (24c) are welded onto the actuating rod (22).

18. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**

- the magnet armature arrangements (24c) disposed on the actuating rod (22) constitute a sub-assembly which is to be assembled with at least one further sub-assembly constituted by stacked partial yokes (125a) that are held apart.

19. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**

- a pressure-proof housing surrounds the actuating device (24) and the valve arrangement (20), electrical connections for the solenoid arrangements (24a', 24a'') being routed outwards from said housing by means of glass bushings.

20. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**

- the solenoid arrangements (24a', 24a'') are realized as copper-containing preforms which are electrically insulated by means of ceramic coating, aluminium oxide coating, electrophoretic paint coating or the like; said preforms are mounted around the pole webs (25a, 25b) and, following joining together of the sub-assembly constituted by individual stacked partial yokes that are held apart, are connected to the electrical connections.

21. Fuel injection valve according to any one of the preceding claims, **characterized in that**

- the solenoid arrangements (24a', 24a'') are embedded in or bonded to the partial yokes (125a).

22. Fuel injection valve arrangement according to any one of the preceding claims, **characterized in that**

- the fuel injection valve is designed and dimensioned to project into the combustion chamber of an externally ignited internal combustion engine.

23. Fuel injection valve according to any one of claims 1 to 14, **characterized in that**

- the fuel injection valve is designed and dimensioned to project into the combustion chamber of a self-igniting internal combustion engine.

24. Assembly apparatus for producing a fuel injection valve according to any one of the preceding claims, said apparatus comprising an assembly block which has a number of receptacles which corresponds to the number of yoke discs (125) of the fuel injection valve, said receptacles being axially spaced apart and so dimensioned that the yoke parts (125a) of the yoke discs (125) can be inserted and removed in a substantially play-free manner, the axial spacings (X) of the recesses corresponding substantially to the axial extent of the cavity (28) between two adjacent yoke discs (125), and said assembly block allowing spacers (130) to be welded, soldered or bonded to the yoke parts.

Revendications

1. Soupape d'injection de carburant pour systèmes d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne, servant en particulier à injecter directement du carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, comprenant

- une admission de carburant (12) conçue pour faire affluer le carburant dans la soupape d'injection de carburant,

- un dispositif d'actionnement (24) à commande électrique qui coopère avec un système de soupape (20) pour faire sortir, par commande directe ou indirecte, le carburant par une sortie de carburant (18) et l'injecter dans la chambre de combustion,

-- le dispositif d'actionnement (24) présentant un dispositif à enroulement magnétique (24a) à alimenter en courant électrique, un dispositif de culasse (24b) à magnétisme pour l'essentiel doux qui coopère avec ledit dispositif à enroulement magnétique, et un dispositif à induit magnétique (24c) à magnétisme pour l'essentiel doux qui coopère avec ledit dispositif à enroulement magnétique,

caractérisée en ce que le dispositif à culasse magnétique (24b) est constitué d'au moins deux disques de culasse (125),

-- chaque disque de culasse (125) présente à au moins une de ses faces frontales (127, 129) au moins un segment polaire (25a, 25b) qui agit conjointement avec le dispositif à enroulement électromagnétique (24a', 24a'') sur le dispositif à induit magnétique (24c), et

- chaque disque de culasse (125) est constitué d'au moins deux culasses partielles (125a) contenant du fer doux qui entourent au moins par-

- tiellement une tige d'actionnement (22) portant le dispositif à induit magnétique (24c), - le dispositif à culasse magnétique (24b) à magnétisme doux présente au moins deux parties de coque (24b', 24b'') assemblées et comportant des évidements (26a, 26b) dans lesquels est logé le dispositif à enroulement électromagnétique (24a', 24a'') qui se termine pour l'essentiel en affleurement avec la face frontale (27a, 27b) correspondante d'une des parties de la coque (24b', 24b''), les faces frontales (27a, 27b) délimitant la cavité (28) dans laquelle le dispositif à induit magnétique (24c) est logé de manière mobile le long de l'axe longitudinal médian (M), et - **en ce que** le dispositif à enroulement électromagnétique (24a', 24a'') est formé sur au moins un côté du dispositif à induit magnétique à magnétisme doux (24c) par plusieurs dispositifs à enroulement électromagnétique.
2. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**
- chaque culasse partielle (125a) coopère avec au moins un support d'espacement (130) qui détermine pour le moins une dimension d'une cavité (28) comprise entre deux disques de culasse (125).
3. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 2, **caractérisée en ce que**
- le ou chaque support d'espacement (130) est disposé dans la zone de la surface circonférentielle extérieure du disque de culasse (125).
4. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que**
- des éléments de connexion électrique (132) pour le dispositif à enroulement électromagnétique (24a', 24a'') sont disposés dans la zone de la surface circonférentielle extérieure du disque de culasse (125).
5. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 4, **caractérisée en ce que**
- des dispositifs à enroulement électromagnétique (24a', 24a'') tournés respectivement vers le même côté des dispositifs à induit magnétique (24c) sont reliés en série ou en parallèle pour une commande électrique en phase.
6. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**
- les segments polaires (25a, 25b) présentent une forme pour l'essentiel asymétrique vers l'axe longitudinal médian (M) de la soupape d'injection de carburant.
7. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**
- les segments polaires (25a, 25b) présentent une forme pour l'essentiel polygonale, de préférence rectangulaire, et sont disposés les uns à côté des autres de manière à former des espaces intermédiaires destinés à recevoir les dispositifs à enroulement électromagnétique (24a', 24a''), les segments polaires (25a, 25b) étant disposés préférentiellement parallèlement les uns par rapport aux autres.
8. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que**
- chaque culasse partielle (125a) est constituée d'une matière contenant du fer et du cobalt et présente respectivement au moins un segment polaire (25a, 25b), lequel est entouré pour le moins partiellement par au moins un dispositif à enroulement électromagnétique (24a', 24a'').
9. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que**
- au moins un dispositif à enroulement électromagnétique (24a', 24a'') entoure pour le moins partiellement des segments polaires (25a, 25b) non conçus en forme d'anneau de cercle.
10. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que**
- le dispositif d'actionnement (24) présente plus d'un ensemble constitué par le dispositif à enroulement électromagnétique (24a), le dispositif à culasse magnétique (24b) et le dispositif à induit magnétique (24), les ensembles agissant conjointement dans le même sens ou en sens contraire sur le système de soupape (20).
11. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que**
- le dispositif d'actionnement (24) agit sur un obturateur mobile (20a) du système de soupape (20) pour faire se déplacer ledit obturateur entre une position ouverte et une position fermée par rapport à un siège de soupape (20b) fixe coopérant avec l'obturateur de soupape (20a) et disposé en aval de l'admission de carburant (12).

12. Soupape d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**

- les enroulements ont chacun une épaisseur comprise entre environ 20 et environ 80% du fer de la culasse magnétique logé entre deux enroulements.

5

13. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

-- les différents enroulements disposés sur un côté du dispositif à induit magnétique à magnétisme doux (24c) sont conçus pour être alimentés en courant de sens contraire.

10

15

14. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- le dispositif à induit magnétique (24c) se présente sous la forme d'un disque à magnétisme doux comportant des évidements (38), préférentiellement des fentes, des trous ronds ou des trous oblongs orientés radialement et allant jusqu'au bord (30) du disque.

20

25

15. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- le dispositif à induit magnétique (24c) est réalisé à partir de couches multiples, une couche céramique (24c") étant disposée entre deux couches de fer doux (24c') et fixée à la tige d'actionnement (22).

30

35

16. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- le dispositif à induit magnétique (24c) et l'obturateur (20a) sont reliés entre eux par la tige d'actionnement (22) et précontraints par un ensemble ressort (40) en position ouverte ou en position fermée, et sont amenés en position fermée ou en position ouverte par alimentation en courant du dispositif à enroulement magnétique (24a).

40

45

50

17. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- les dispositifs à induit magnétique (24c) sont soudés sur la tige d'actionnement (22).

55

18. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- les dispositifs à induit magnétique (24c) disposés sur la tige d'actionnement (22) forment un sous-ensemble qui doit être assemblé à au moins un autre sous-ensemble formé à partir de culasses partielles (125a) empilées et maintenues à distance.

19. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- un carter résistant à la pression, d'où sortent par des traversées de verre des connexions électriques pour les dispositifs à enroulement magnétique (24a', 24a"), entoure le dispositif d'actionnement (24) et le système de soupape (20).

20. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- les dispositifs à enroulement électromagnétique (24a', 24a") sont réalisés sous forme de pièces moulées contenant du cuivre qui, montées autour des segments polaires (25a, 25b), sont électriquement isolées au moyen d'un revêtement céramique, d'un revêtement d'oxyde d'aluminium, d'une couche de peinture déposée par électrophorèse ou autre et seront reliés aux connexions électriques après qu'a été monté le sous-ensemble formé à partir des différentes culasses partielles empilées et maintenues à distance.

21. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- les dispositifs à enroulement électromagnétique (24a', 24a") sont coulés ou collés aux culasses partielles (125a).

22. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- la soupape d'injection de carburant est conçue et dimensionnée pour faire saillie dans la chambre à combustion d'un moteur à combustion interne à allumage commandé.

23. Soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes,

caractérisée en ce que

- la soupape d'injection de carburant est conçue et dimensionnée pour faire saillie dans la chambre à combustion d'un moteur à combustion interne à allumage automatique. 5

- 24.** Dispositif de montage pour la fabrication d'une soupape d'injection de carburant selon l'une des revendications précédentes, comprenant un bloc de montage qui présente un nombre de logements axialement espacés identique au nombre de disques de culasse (125) de la soupape d'injection de carburant, lesquels logements sont dimensionnés de telle sorte que les parties (125a) des disques de culasse (125) peuvent y être logées et délogées pour l'essentiel sans jeu, les écarts axiaux (X) des évidements correspondant pour l'essentiel à l'étendue axiale de la cavité (28) entre deux disques de culasse (125) voisins, et qui autorise un soudage, un brasage ou un collage des supports d'espacement (130) aux parties de la culasse. 10 15 20

25

30

35

40

45

50

55

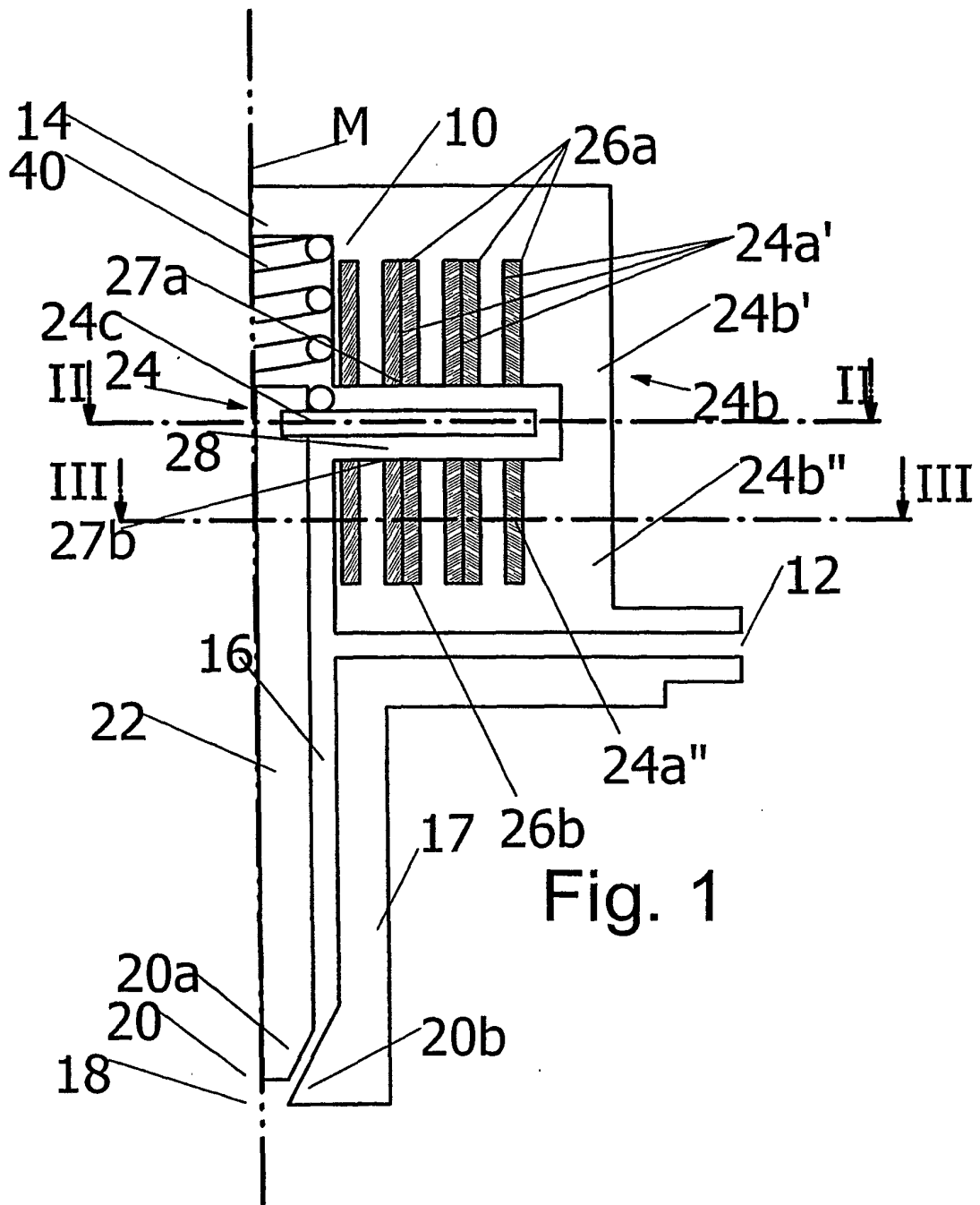
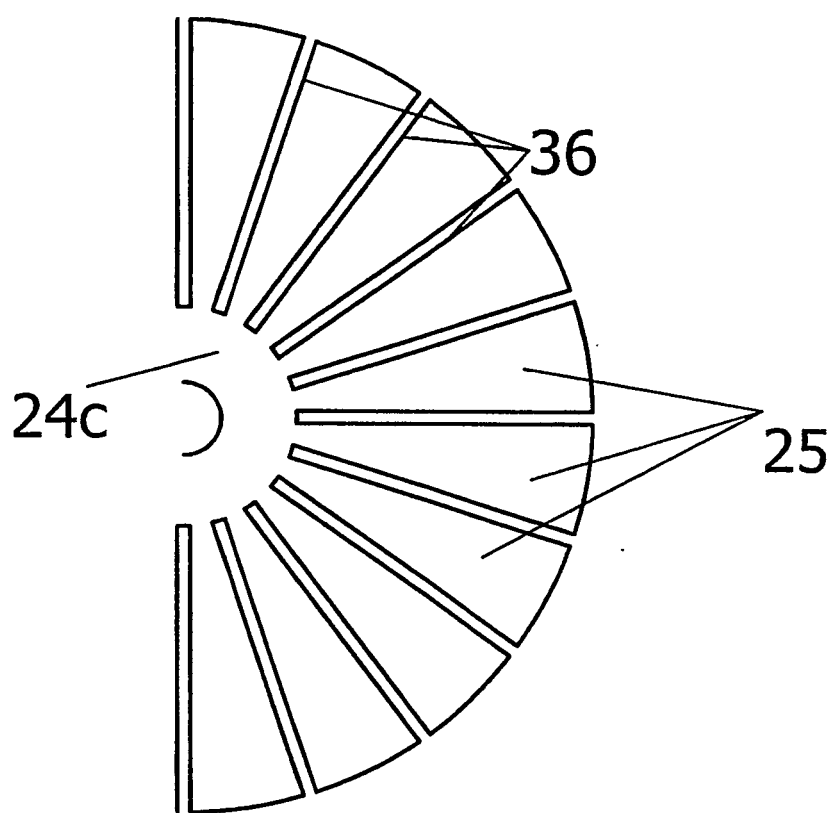
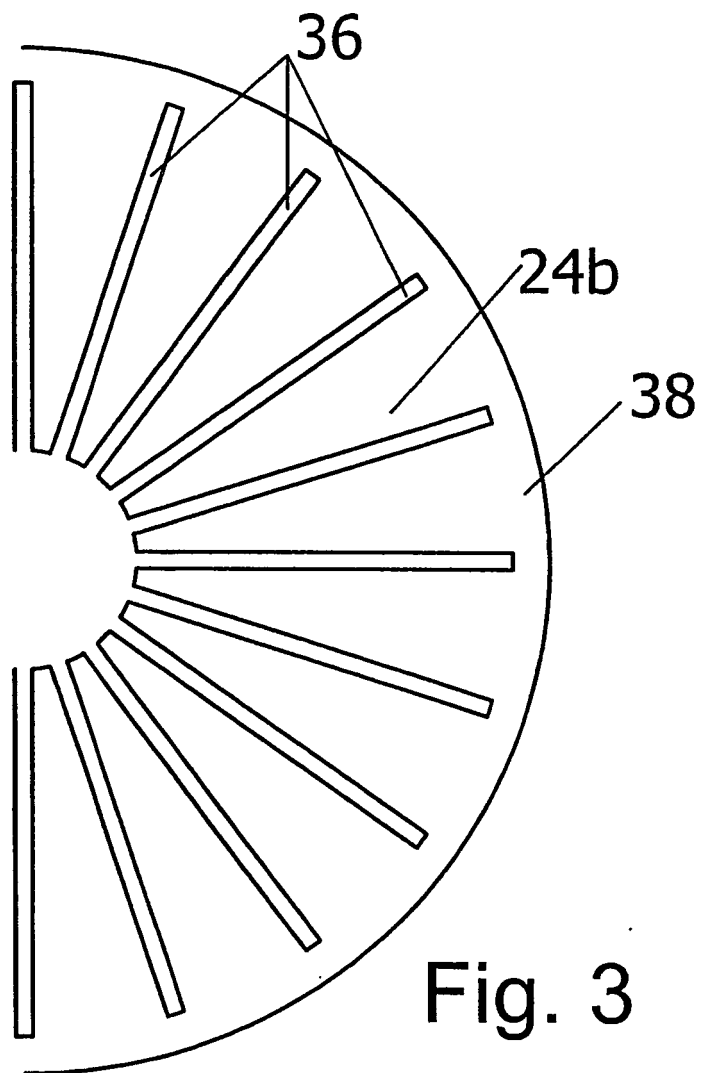


Fig. 2





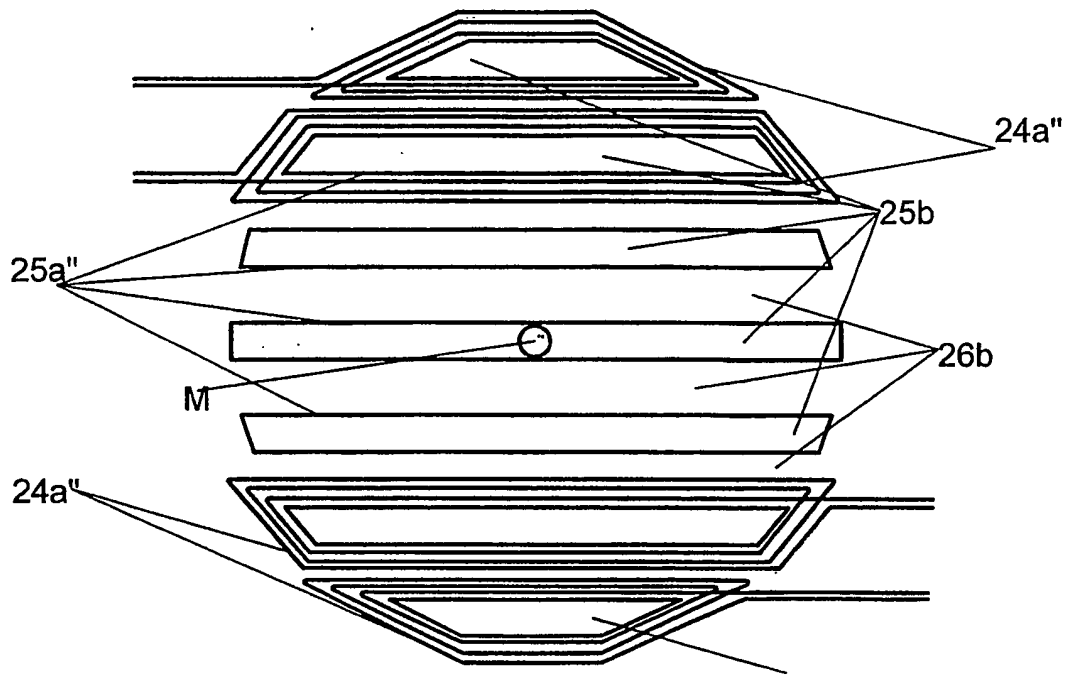


Fig. 4

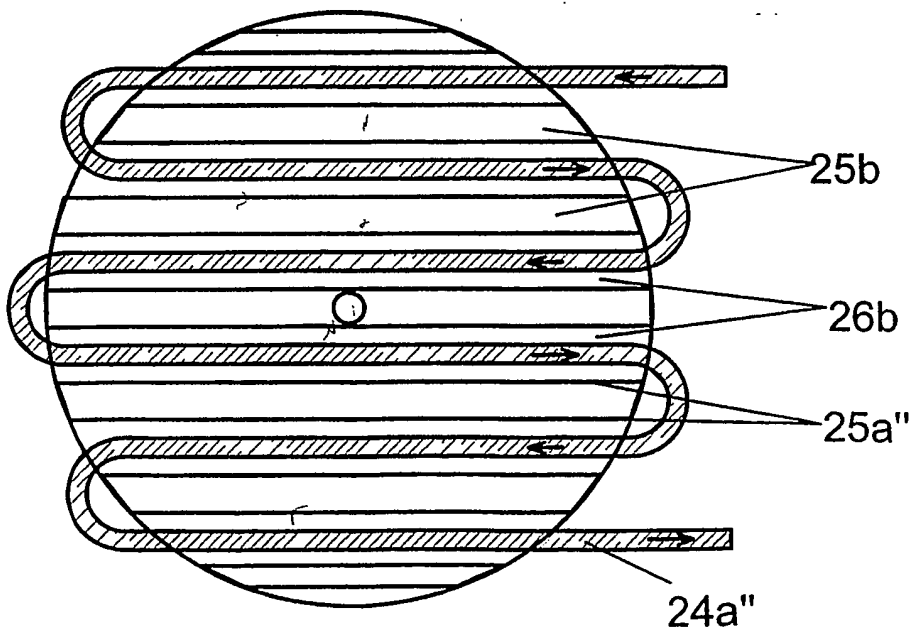
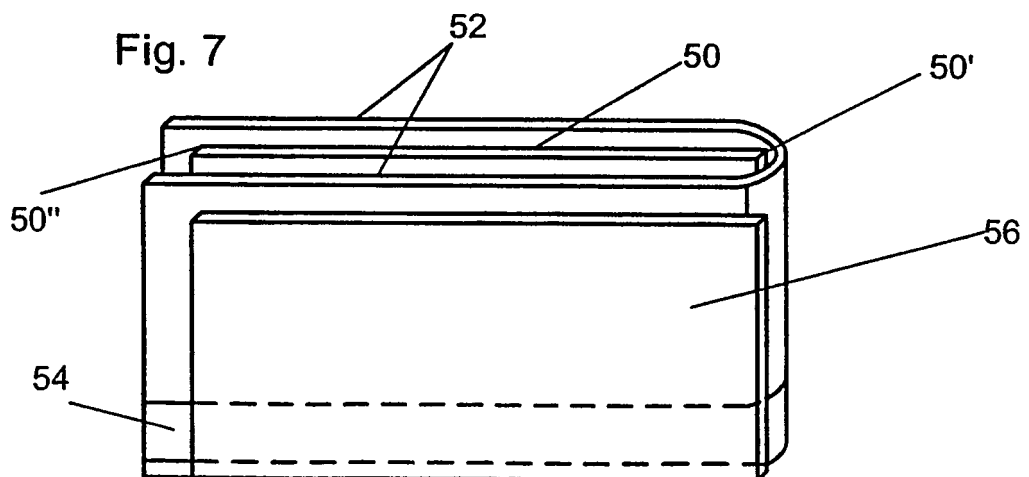
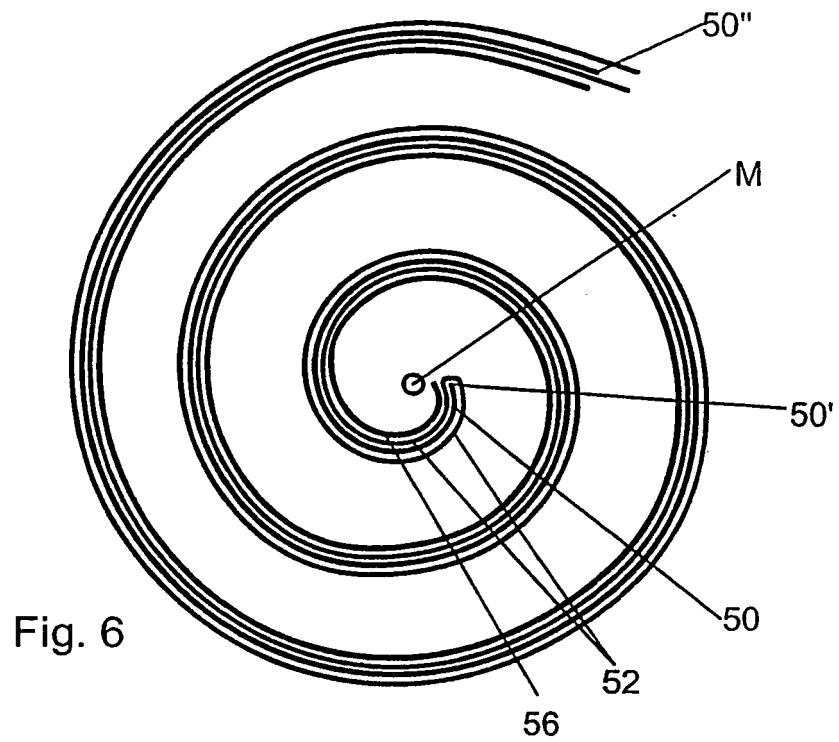


Fig.5



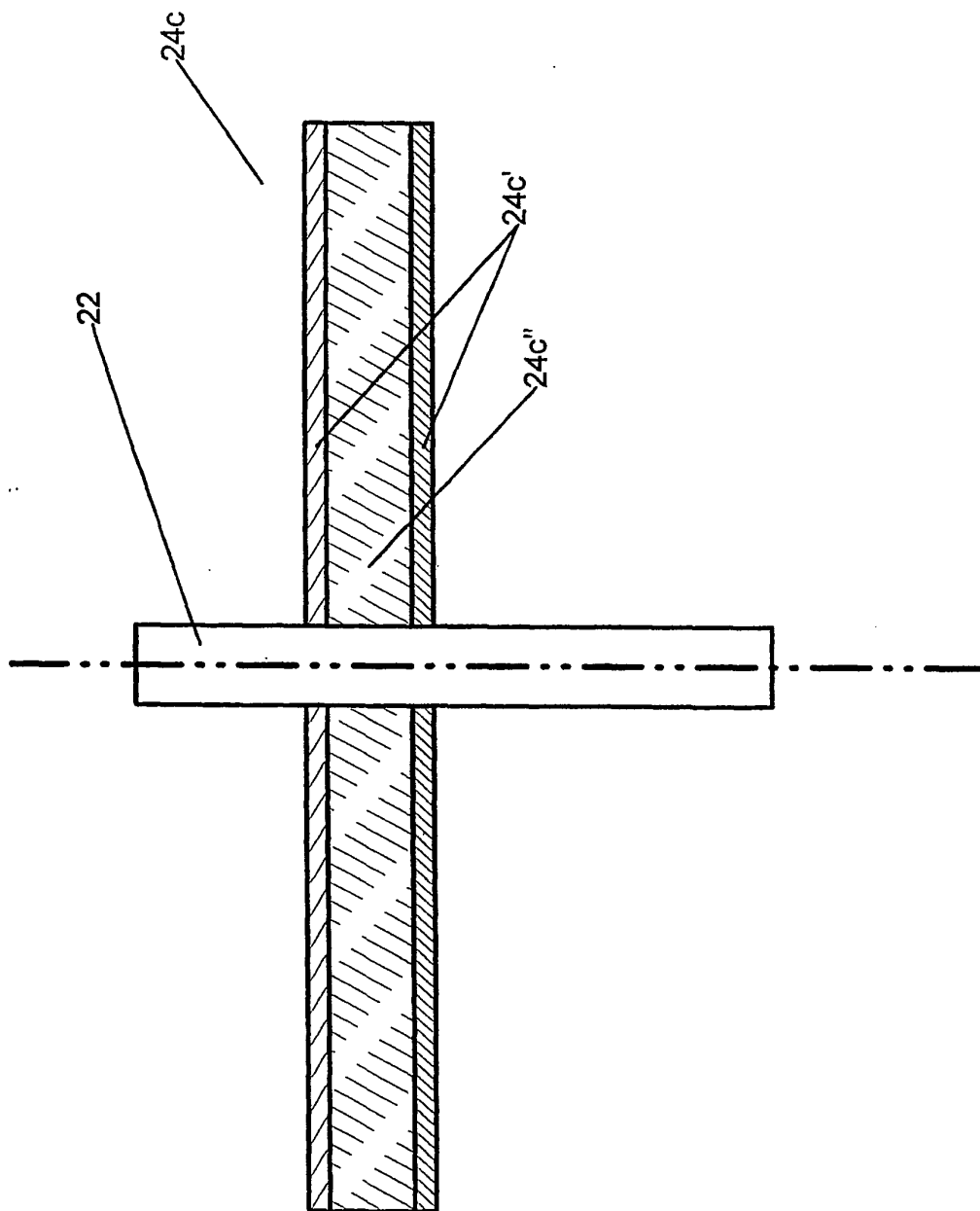
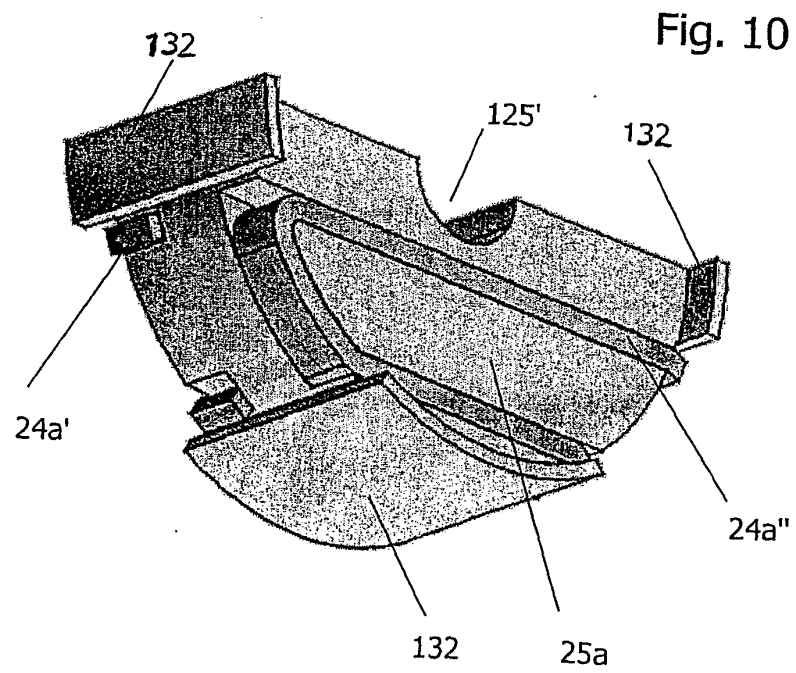
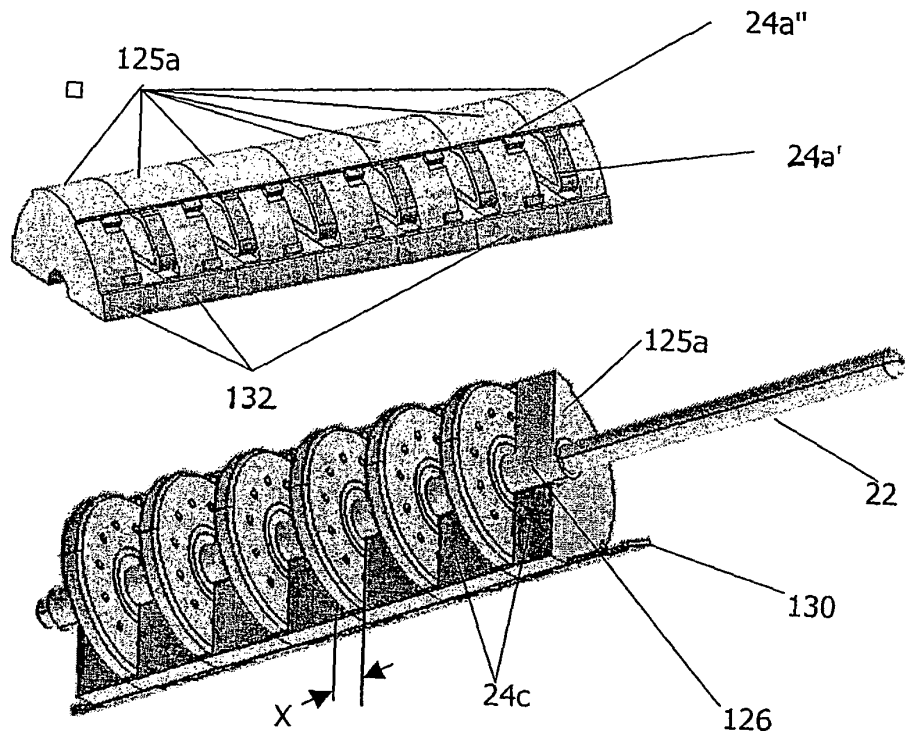


Fig. 8



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 10005182 A1 [0006]
- DE 10260825 A1 [0008]
- US 5035360 A [0009]
- US 4156506 A [0009]
- US 5207410 A [0009]
- DE 2237746 [0009]
- US 20010019085 A [0009]
- JP 10335139 A [0010]
- US 2004118952 A1, Nussio Randy [0011]
- US 6065684 A, Varble [0012]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Patent Abstracts of Japan*, 31. März 1999, vol. 199
(3 [0010])