



(10) **DE 11 2016 004 115 T5** 2018.05.30

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/043220**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 004 115.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2016/072641**
(86) PCT-Anmeldetag: **02.08.2016**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.03.2017**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **30.05.2018**

(51) Int Cl.: **F02M 51/06** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2015-179558 **11.09.2015** **JP**

(71) Anmelder:
HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.,
Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP

(74) Vertreter:
Hofer & Partner Patentanwälte mbB, 81543
München, DE

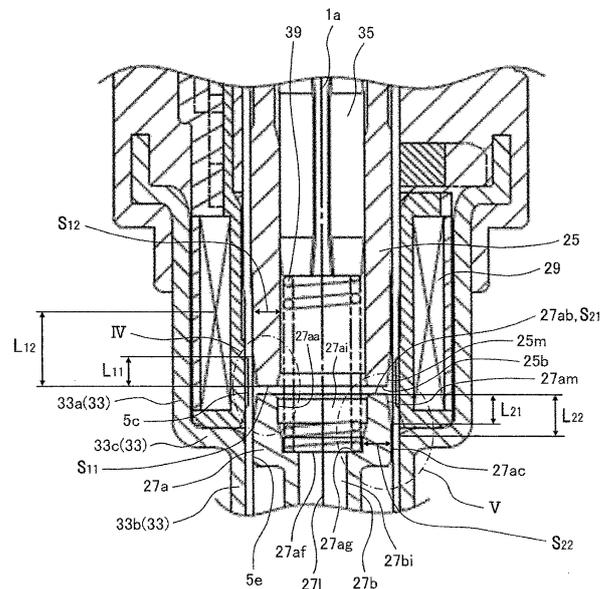
(72) Erfinder:
Yamazaki, Akihiro, Isesaki-shi, Gunma, JP; Saito,
Takahiro, Isesaki-shi, Gunma, JP; Kobayashi,
Nobuaki, Isesaki-shi, Gunma, JP; Miyamoto,
Akiyasu, Isesaki-shi, Gunma, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung umfasst einen Ventilsitz und einen Ventilkörper, die zusammen einen Kraftstoffkanal öffnen/schließen, ein bewegliches Element, das einen Ventilkörper, der an dessen einen Endabschnitt vorgesehen ist, und einen beweglichen Eisenkern 27a umfasst, der an dessen anderen Endabschnitt vorgesehen ist, einen festen Eisenkern 25, der dem beweglichen Eisenkern 27a zugewandt ist und der den beweglichen Eisenkern 27a durch Ausüben einer magnetischen Anziehungskraft dazu anzieht, und ein zylindrisches Element, das darin den festen Eisenkern 25 und den beweglichen Eisenkern 27a umfasst. Der feste Eisenkern 25 umfasst einen Abschnitt 25m mit reduziertem Durchmesser auf einer Außenumfangsfläche an der dem beweglichen Eisenkern 27a zugewandten Seite, und der bewegliche Eisenkern 27a umfasst einen Abschnitt 27am mit reduziertem Durchmesser auf einer Außenumfangsfläche an der dem festen Eisenkern 25 zugewandten Seite.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff.

TECHNOLOGIE DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Als Technologie des Standes der Technik des vorliegenden technischen Gebiets ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, das in der japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2005-207412 (Patentdokument 1) beschrieben ist. Bei diesem Kraftstoffeinspritzventil sind die Außenumfänge eines beweglichen Kerns und eines festen Kerns mit einem zylindrischen Element abgedeckt, das innerhalb einer Spule angeordnet ist, und ein Magnetkreis ist durch das zylindrische Element, den beweglichen Kern und den festen Kern gebildet. Der feste Kern ist mit einem sich verjüngenden Abschnitt auf der zum beweglichen Kern gegenüberliegenden Seite des und mit einem Abschnitt mit großem Durchmesser auf der nicht beweglichen Kernseite des sich verjüngenden Abschnitts versehen. Der Außendurchmesser des sich verjüngenden Abschnitts vergrößert sich von der Seite der zugewandten Stirnfläche, die dem beweglichen Kern zugewandt ist, zum Abschnitt mit großem Durchmesser. Der Außendurchmesser der gegenüberliegenden Stirnfläche des sich verjüngenden Abschnitts, der dem beweglichen Kern zugewandt ist, entspricht im Wesentlichen dem Außendurchmesser des beweglichen Kerns. Der Außendurchmesser des Abschnitts mit großem Durchmesser des festen Kerns ist größer als der des beweglichen Kerns, und die Magnetwegfläche des Abschnitts mit großem Durchmesser ist größer als die auf der zum festen Kern gegenüberliegenden Seite des beweglichen Kerns (siehe Zusammenfassung).

[0003] Damit ist im Kraftstoffeinspritzventil des Patentdokuments 1 die Magnetwegfläche auf der nicht-beweglichen Kernseite (dem Abschnitt mit großem Durchmesser) des festen Eisenkerns größer als die Magnetwegfläche auf der zum festen Kern gegenüberliegenden Seite des beweglichen Kerns (beweglichen Eisenkerns) festgelegt, und die zwischen dem beweglichen Kern und dem festen Kern fließende Magnetflussmenge nimmt zu, und dadurch verbessert sich das an Ventilöffnungsansprechverhalten (siehe Abschnitt [0029]). Durch Aussparen der zugewandten Stirnflächenseite des festen Eisenkerns, die dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist, durch den sich verjüngenden Abschnitt radial nach innen verkleinert sich darüber hinaus die Fläche der zugewandten Stirnfläche, die dem beweglichen Kern zugewandt ist, und ein Teil des Magnetflusses wird am Fließen zwischen einem Element, das den Außenumfang des beweglichen Kerns abdeckt, und dem festen Kern gehindert (siehe Abschnitt [0030]). Außer-

dem wirkt im Kraftstoffeinspritzventil des Patentdokuments 1 der sich verjüngende Teil als Magnetdrossel, und es ist möglich, den Fluss des Magnetflusses zwischen dem beweglichen Kern und dem festen Kern über die erforderliche Menge hinaus zu begrenzen, und folglich kann eine gesättigte Anziehungskraft erreicht werden. Daher wird der verbleibende Magnetfluss reduziert und dadurch wird das Ventilschließansprechverhalten verbessert (siehe Abschnitt [0031]).

DOKUMENT DES STANDES DER TECHNIK

PATENTDOKUMENT

[0004] Patentdokument 1: japanische Patentanmeldungsveröffentlichung 2005-207412

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG
ZU LÖSENDE AUFGABE

[0005] Im Kraftstoffeinspritzventil des Patentdokuments 1 wurde erkannt, dass sich das Ventilöffnungsansprechverhalten durch die Erhöhung der Magnetmenge durch Vorsehen des sich verjüngenden Abschnitts auf der Außenumfangsflächenseite des festen Kerns (festen Eisenkerns) verbessert, die Leckage des zwischen dem Element, das den Außenumfang des beweglichen Kerns abdeckt, und dem festen Kern fließenden Magnetflusses unterbunden wird, und dass sich das Ventilschließansprechverhalten durch Reduzieren der verbleibenden Magnetflussmenge verbessert.

[0006] Beim Kraftstoffeinspritzventil 1 wurde jedoch nicht in Erwägung gezogen, eine Magnetdrossel an der beweglichen Eisenkernseite (beweglichen Kernseite) vorzusehen. Durch Vorsehen einer Magnetdrossel nicht nur am festen Eisenkern, sondern auch an der beweglichen Eisenkernseite kann die Betätigung des Ventilkörpers in einem vorteilhafteren Zustand mit einem Magnetkreis (magnetischen Durchgang) erfolgen, der vom beweglichen Kern, dem festen Kern und dem zylindrischen Element, das die Außenumfänge des beweglichen Kerns und des festen Kerns abdeckt, gebildet wird.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kraftstoffeinspritzventil bereitzustellen, das zum Verbessern des Ansprechverhaltens der Ventilbetätigung imstande ist.

MITTEL ZUM LÖSEN DER AUFGABE

[0008] Zum Lösen der obigen Aufgabe umfasst das Kraftstoffeinspritzventil der vorliegenden Erfindung:

einen Ventilsitz und einen Ventilkörper, die zusammen einen Kraftstoffkanal öffnen und schließen;

ein bewegliches Element, das den Ventilkörper, der an dessen einen Endabschnitt vorgesehen ist, und einen beweglichen Eisenkern umfasst, der an dessen anderen Endabschnitt vorgesehen ist;

einen festen Eisenkern, der dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist und der den beweglichen Eisenkern durch Ausüben einer magnetischen Anziehungskraft zum beweglichen Eisenkern anzieht; und

ein zylindrisches Element, das darin den festen Eisenkern und den beweglichen Eisenkern umfasst,

wobei der feste Eisenkern einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser auf einer Außenumfangsfläche an einer dem beweglichen Eisenkern zugewandten Seite umfasst, und

wobei der bewegliche Eisenkern einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser auf einer Außenumfangsfläche an einer dem festen Eisenkern zugewandten Seite umfasst.

EFFEKTE DER ERFINDUNG

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Kraftstoffeinspritzventil mit hervorragendem Ansprechverhalten der Ventilkörperbetätigung bereitgestellt werden.

Figurenliste

Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht, die einen Querschnitt entlang einer Mittelachse 1a in einem Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffeinspritzventils gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht, welche die vergrößerte Umgebung eines in **Fig. 1** dargestellten Düsenabschnitts 8 veranschaulicht.

Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, welche die vergrößerte Umgebung eines in **Fig. 1** dargestellten beweglichen Eisenkerns 27a und eines festen Eisenkerns 25 veranschaulicht.

Fig. 4 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, die den vergrößerten zugewandten Abschnitt (IV-Abschnitt) zwischen dem in **Fig. 3** dargestellten beweglichen Eisenkern 27a und dem festen Eisenkern 25 veranschaulicht.

Fig. 5 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, welche die vergrößerte Umgebung (den V-Abschnitt) des in **Fig. 3** dargestellten beweglichen Eisenkerns 27a veranschaulicht.

Fig. 6 zeigt ein Ansprechverhalten-Wellenformdiagramm, das ein Ansprechverhalten der Anziehungskraft sowie des Ventilhaltens auf eine Impulswellenform in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

Fig. 7 zeigt eine Schnittansicht zur Erläuterung einer sich verjüngenden Fläche 27am des beweglichen Eisenkerns 27a und einer sich verjüngenden Fläche 25m des festen Eisenkerns 25.

Fig. 8 zeigt eine Schnittansicht, die eine Variation der sich verjüngenden Fläche 27am des beweglichen Eisenkerns 27a sowie der sich verjüngenden Fläche 25m des festen Eisenkerns 25 veranschaulicht.

Fig. 9 zeigt eine Schnittansicht, die eine Variation veranschaulicht, bei der die Konfiguration eines nichtmagnetischen Abschnitts 5c in Bezug auf **Fig. 3** variiert ist.

Fig. 10 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, die einen vergrößerten zugewandten Abschnitt veranschaulicht, an dem der bewegliche Eisenkern 27a dem festen Eisenkern 25 in einem Vergleichsausführungsbeispiel im Vergleich zur vorliegenden Erfindung zugewandt ist.

Fig. 11 zeigt eine Schnittansicht eines Verbrennungsmotors, an dem ein Kraftstoffeinspritzventil 1 montiert ist.

MODUS ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0010] Ein Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben.

[0011] Die gesamte Konfiguration eines Kraftstoffeinspritzventils 1 wird mit Bezug auf **Fig. 1** beschrieben. **Fig. 1** zeigt eine Schnittansicht, die einen Querschnitt entlang einer Mittelachse 1a in einem Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzventils gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Zudem entspricht die Mittelachse 1a der Achse (Ventilachse) eines beweglichen Elements (einer Ventilanordnung) 27, das einstückig mit einem Ventilkörper 27c, einem Schaftelement (Verbindungselement) 27b und einem beweglichen Eisenkern (beweglichen Kern) 27a vorgesehen ist und an der Mittelachse eines zylindrischen Körpers 5 vorgesehen ist.

[0012] In **Fig. 1** ist der obere Endabschnitt (die obere Stirnseite) des Kraftstoffeinspritzventils 1 als Basis-Endabschnitt (Basis-Stirnseite) bezeichnet, und der untere Endabschnitt (die untere Stirnseite) des Kraftstoffeinspritzventils 1 wird als distaler Endabschnitt (distale Stirnseite) bezeichnet. Die Begriffe „der Basis-Endabschnitt (die Basis-Stirnseite)“ und „der distale Endabschnitt (die distale Stirnseite)“ werden basierend auf der Strömungsrichtung eines Kraftstoffs

oder auf der Befestigungsstruktur des Kraftstoffeinspritzventils **1** an einer Kraftstoffleitung bestimmt. Darüber hinaus basiert eine in der vorliegenden Beschreibung erläuterte Aufwärts-und-Abwärts-Beziehung auf **Fig. 1**, und bezieht sich nicht auf eine Vertikalrichtung (Aufwärts-und-Abwärtsrichtung) eines Modus, bei dem das Kraftstoffeinspritzventil **1** an einem Verbrennungsmotor montiert ist.

[0013] Im Kraftstoffeinspritzventil **1** ist durch den zylindrischen Körper (das zylindrische Element) **5** aus Metall ein Kraftstoffströmungskanal (Kraftstoffkanal) **3** in seinem Inneren im Wesentlichen in Richtung entlang der Mittelachse **1a** ausgebildet. Der zylindrische Körper **5** ist in einer Form mit einer Stufe in der Richtung entlang der Mittelachse **1a** durch eine Pressbearbeitung, wie z. B. Tiefziehen, unter Verwendung von Metallen, wie z. B. rostfreiem Stahl, mit einem Magnetismus ausgebildet. Damit ist der Durchmesser von einer Stirnseite **5a** des zylindrischen Körpers **5** größer als die seiner anderen Stirnseite **5b**. Das heißt, die Außenumfangsfläche und eine Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** sind jeweils in zylindrischer Form ausgebildet.

[0014] Der Basis-Endabschnitt des zylindrischen Körpers **5** ist mit einer Kraftstoffzufuhröffnung **2** versehen und ein Kraftstofffilter **13** ist an der Kraftstoffzufuhröffnung **2** zum Entfernen von im Kraftstoff gemischten Fremdstoffen angebracht.

[0015] Der Basis-Endabschnitt des zylindrischen Körpers **5** ist mit einem Flanschabschnitt (Abschnitt mit vergrößertem Durchmesser) **5d** ausgebildet, der durch Biegen derart ausgebildet ist, dass der Durchmesser des Basis-Endabschnitts des zylindrischen Körpers **5** radial nach außen vergrößert ist. Ein O-Ring **11** ist an einem ringförmigen konkaven Abschnitt (ringförmigen Nutabschnitt) **4** angeordnet, der aus dem Flanschabschnitt **5d** und einem basisseitigen Endabschnitt **47a** einer Harzabdeckung **47** gebildet ist.

[0016] Der distale Endabschnitt des zylindrischen Körpers **5** ist mit einem Ventilelement **7** ausgebildet, das aus dem Ventilkörper **27c** und einem Ventilsitzelement **15** gebildet ist. Das Ventilsitzelement **15** ist an der distalen Stirnseite des zylindrischen Körpers **5** in das Innere eingeführt, und ist am zylindrischen Körper **5** durch ein Laserschweißelement **19** befestigt, das durch Laserschweißen gebildet ist. Das Laserschweißelement **19** ist von der Außenumfangsseite des zylindrischen Körpers **5** über den gesamten Umfang ausgebildet. In diesem Fall kann das Ventilsitzelement **15** durch Laserschweißen am zylindrischen Körper **5** befestigt werden, nachdem das Ventilsitzelement **15** an der distalen Stirnseite des zylindrischen Körpers **5** in das Innere presstgepasst ist.

[0017] Ein Antriebselement **9** zum Antreiben des Ventilkörpers **27c** ist im Mittelabschnitt des zylindrischen Körpers **5** angeordnet. Das Antriebselement **9** ist durch einen elektromagnetischen Aktuator (ein elektromagnetisches Antriebselement) gebildet. Das Antriebselement **9** ist insbesondere aus einem festen Eisenkern (festen Kern) **25**, der an der Innenseite (Innenumfangsseite) des zylindrischen Körpers **5** befestigt ist, dem beweglichen Element (beweglichen Element) **27**, das an der distalen Stirnseite am festen Eisenkern **25** im zylindrischen Körper **5** angeordnet ist und das sich in Richtung entlang der Mittelachse **1a** bewegen kann, einer elektromagnetischen Spule **29**, die an der Außenumfangsseite des zylindrischen Körpers **5** an der Position befestigt ist, an welcher der feste Eisenkern **25** dem beweglichen Eisenkern (beweglichen Kern) **27a** zugewandt ist, der im beweglichen Element **27** über einen winzigen Spalt δ ausgebildet ist, und einem Joch **33** ausgebildet, das die elektromagnetische Spule **29** von der Außenumfangsseite der elektromagnetischen Spule **29** abgedeckt.

[0018] Das bewegliche Element **27** ist im zylindrischen Körper **5** untergebracht, und der zylindrische Körper ist der Außenumfangsfläche des beweglichen Eisenkerns **27a** zugewandt und umschließt den beweglichen Eisenkern **27a**. Der zylindrische Körper **5**, das Ventilsitzelement **15** und der feste Eisenkern bilden ein Ventilgehäuse, welches das bewegliche Element **27** aufnimmt.

[0019] Der bewegliche Eisenkern **27a**, der feste Eisenkern **25** und das Joch **33** bilden einen geschlossenen magnetischen Weg (Magnetkreis), durch den ein durch Erregen der elektromagnetischen Spule **29** erzeugter Magnetfluss fließt. Der Magnetfluss verläuft durch den winzigen Spalt δ . Ein nichtmagnetischer Abschnitt oder schwachmagnetischer Abschnitt **5c**, der einen schwächeren Magnetismus als die anderen Abschnitte des zylindrischen Körpers **5** aufweist, ist jedoch an einer Position (Außenumfangsseite des winzigen Spalts δ) des zylindrischen Körpers **5**, der dem winzigen Spalt δ entspricht, zum Reduzieren eines magnetischen Streuflusses angeordnet, der durch den zylindrischen Körper **5** an einem Abschnitt des winzigen Spalts δ fließt. Im Folgenden wird dieser nichtmagnetische oder schwachmagnetische Abschnitt **5c** einfach als nichtmagnetischer Abschnitt **5c** bezeichnet, und dieser wird nun erläutert. Der nichtmagnetische Abschnitt **5c** kann durch Nichtmagnetisieren des zylindrischen Körpers **5** mit Magnetismus am zylindrischen Körper **5** gebildet sein. Diese Nichtmagnetisierung kann beispielsweise durch eine Wärmebehandlung durchgeführt werden, oder der nichtmagnetische Abschnitt **5c** kann durch Reduzieren der Dicke eines dem nichtmagnetischen Abschnitt **5c** entsprechenden Abschnitts durch Ausbilden eines ringförmigen konkaven Abschnitts an der Außenumfangsfläche des zylindrischen Körpers **5** gebildet wer-

den. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Ausführungsform gezeigt, bei welcher der nichtmagnetische Abschnitt 5c durch den ringförmigen konkaven Abschnitt gebildet ist.

[0020] Die elektromagnetische Spule 29 ist um einen Spulenkörper 31 gewickelt, der aus einem Harzmaterial hergestellt und in zylindrischer Form ausgebildet ist und auf die Außenumfangsseite des zylindrischen Körpers 5 aufgesetzt ist. Die elektromagnetische Spule 29 ist mit einem Anschluss 43 elektrisch verbunden, der in einem Verbinder 41 angeordnet ist. Eine externe Antriebsschaltung, die in den Zeichnungen nicht dargestellt ist, ist mit dem Verbinder 41 verbunden und ein Antriebsstrom wird der elektromagnetischen Spule 29 über den Anschluss 43 zugeführt.

[0021] Der feste Eisenkern 24 ist aus magnetischem Metallmaterial hergestellt. Der feste Eisenkern 24 ist in zylindrischer Form ausgebildet und weist eine Durchgangsöffnung 25a auf, die dessen Mittelabschnitt in Richtung entlang der Mittelachse 1a durchdringt. Der feste Eisenkern 25 ist in die Basis-Stirnseite des Abschnitts 5b mit kleinem Durchmesser des zylindrischen Körpers 5 pressgepasst und daran befestigt, und im Mittelabschnitt des zylindrischen Körpers 5 positioniert. Der Abschnitt 5a mit großem Durchmesser ist auf der Basis-Stirnseite des Abschnitts 5b mit kleinem Durchmesser vorgesehen, und dadurch erleichtert sich die Befestigung des festen Eisenkerns 25. Der feste Eisenkern 24 kann am zylindrischen Körper 5 durch Schweißen befestigt werden, oder kann am zylindrischen Körper 5 mittels Schweißen mit Presspassen befestigt werden.

[0022] Das bewegliche Element (die Ventilanordnung) 27 ist aus dem beweglichen Eisenkern 27a, dem Schaftelement (Verbindungselement) 27b und dem Ventilkörper 27c gebildet. Der bewegliche Eisenkern 27a ist ein ringförmiges Element. Der Ventilkörper 27c ist ein Element, das mit dem Ventil Sitz 15b in Kontakt kommt (siehe Fig. 2). Der Ventil Sitz 15b und der Ventilkörper 27c öffnen und schließen zusammen einen Kraftstoffkanal. Der Schaft 27b weist eine lange schmale zylindrische Form auf und dient als Verbindungselement, das den beweglichen Eisenkern 27a mit dem Ventilkörper 27c verbindet. Der bewegliche Eisenkern 27a ist mit dem Ventilkörper 27c verbunden und treibt den Ventilkörper 27c in Ventil-Öffnungs-/Schließrichtung durch eine magnetische Antriebskraft an, die zwischen dem beweglichen Eisenkern 27a und dem festen Eisenkern 25 ausgeübt wird.

[0023] Obwohl im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Schaftelement 27b und der bewegliche Eisenkern 27a durch ein Element ausgebildet sind, können diese durch voneinander verschiedene Elemente ausgebildet und dann einstückig zusammengebaut

sein. Darüber hinaus sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Schaftelement 27b und der Ventilkörper 27c durch voneinander verschiedene Elemente gebildet, und der Ventilkörper 27c ist am Schaftelement 27b befestigt. Die Befestigung des Ventilkörpers 27c am Schaftelement 27b erfolgt durch Einpressen oder Schweißen. Das Schaftelement 27b und der Ventilkörper 27c können durch ein Element einstückig ausgebildet sein.

[0024] Das Schaftelement 27b weist eine zylindrische Form auf und umfasst eine Öffnung 27ba, die sich zum oberen Ende des Schaftelements 27b öffnet und in Axialrichtung erstreckt. Eine Verbindungsöffnung (ein Öffnungsabschnitt) 27bo, welche die Innenseite mit der Außenseite verbindet, ist am Schaftelement 27b ausgebildet. Eine Gegendruckkammer 37 ist zwischen der Außenumfangsfläche des Schaftelements 27b und der Innenumfangsfläche des zylindrischen Körpers 5 ausgebildet. Ein Kraftstoffkanal 3 innerhalb der Durchgangsöffnung 25a des festen Eisenkerns 25 steht mit der Gegendruckkammer 37 über die Öffnung 27ba und die Verbindungsöffnung 27bo in Verbindung. Die Öffnung 27ba und die Verbindungsöffnung 27bo bilden einen Kraftstoffkanal 3, der den Kraftstoffkanal 3 innerhalb der Durchgangsöffnung 25a mit der Gegendruckkammer 37 verbindet.

[0025] Eine Schraubenfeder 39 ist in der Durchgangsöffnung 25a des festen Eisenkerns 25 angeordnet. Ein Ende der Schraubenfeder 39 kommt in Kontakt mit einem Federsitz 27ag (siehe Fig. 3), der innerhalb des beweglichen Eisenkerns 27a vorgesehen ist. Das andere Ende der Schraubenfeder 39 kommt in Kontakt mit einem Stellelement (Einstellelement) 35, das innerhalb der Durchgangsöffnung 25a des festen Eisenkerns 25 angeordnet ist. Die Schraubenfeder 39 ist in zusammengedrücktem Zustand zwischen dem Federsitz 27ag und dem unteren Ende (der Stirnfläche an der distalen Stirnseite) des Stellelements (Einstellelements) 35 angeordnet.

[0026] Die Schraubenfeder 39 wirkt als Vorspannelement zum Vorspannen des beweglichen Elements 27 in die Richtung, in die der Ventilkörper 27c in Kontakt mit dem Ventil Sitz 15b (siehe Fig. 2) (Ventilschließrichtung) kommt. Durch Einstellen der Position des Stellelements 35 in der Durchgangsöffnung 25a in Richtung entlang der Mittelachse 1a wird die Vorspannkraft des beweglichen Elements 27 (das heißt, des Ventilkörpers 27c) durch die Schraubenfeder 39 eingestellt.

[0027] Das Stellelement 35 weist einen Kraftstoffströmungskanal 3 auf, der den Mittelabschnitt des Stellelements 35 in Richtung entlang der Mittelachse 1a durchdringt. Der Kraftstoff, der aus der Kraftstoffzufuhröffnung 2 zugeführt wird, strömt nach dem Durchströmen des Kraftstoffströmungskanals 3 des

Stellelements 35 durch den Kraftstoffströmungskanal 3 am distalen Stirnseitenabschnitt der Durchgangsöffnung 25a des festen Eisenkerns 25, und strömt anschließend durch den Kraftstoffströmungskanal 3, der innerhalb des beweglichen Elements 27 ausgebildet ist.

[0028] Das Joch 33 ist aus einem Metallmaterial mit Magnetismus hergestellt und dient auch als ein Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils 1. Das Joch 33 ist in zylindrischer abgestufter Form mit einem Abschnitt 33a mit großem Durchmesser und einem Abschnitt 33b mit kleinem Durchmesser ausgebildet. Der Abschnitt 33a mit großem Durchmesser deckt den Außenumfang der elektromagnetischen Spule 29 ab und weist eine zylindrische Form auf, und der Abschnitt 33b mit kleinem Durchmesser, der einen kleineren Durchmesser als der Abschnitt 33a mit großem Durchmesser aufweist, ist an der distalen Stirnseite des Abschnitts 33a mit großem Durchmesser ausgebildet. Der Abschnitt 33b mit kleinem Durchmesser ist auf den Außenumfang des Abschnitts 5b mit kleinem Durchmesser des zylindrischen Körpers 5 pressgepasst. Damit kommt die Innenumfangsfläche des Abschnitts 33b mit kleinem Durchmesser in engen Kontakt mit der Außenumfangsfläche des zylindrischen Körpers 5. Dabei ist zumindest ein Abschnitt der Innenumfangsfläche des Abschnitts 33b mit kleinem Durchmesser der Außenumfangsfläche des beweglichen Eisenkerns 27a über den zylindrischen Körper 5 zugewandt, und der magnetische Widerstand eines magnetischen Wegs, der an diesem zugewandten Abschnitt ausgebildet ist, ist reduziert.

[0029] Ein ringförmiger konkaver Abschnitt 33c ist an der Außenumfangsfläche des Endabschnitts auf der distalen Stirnseite des Jochs 33 in Umfangsrichtung ausgebildet. In einem dünnen Abschnitt, der an der Bodenfläche des ringförmigen konkaven Abschnitts 33c ausgebildet ist, sind das Joch 33 und der zylindrische Körper 5 über den gesamten Umfang mittels eines durch Laserschweißen gebildeten Laserschweißelements 24 verbunden.

[0030] Ein zylindrischer Protektor 49 mit einem Flanschabschnitt 49a ist auf den distalen Endabschnitt des zylindrischen Körpers 5 aufgesetzt, und der distale Endabschnitt des zylindrischen Körpers 5 ist durch den Protektor 49 geschützt. Der Protektor 49 deckt das Laserschweißelement 24 des Jochs 33 ab.

[0031] Eine ringförmige Nut 34 ist aus dem Flanschabschnitt 49a des Protektors 49, dem Abschnitt 33b mit kleinem Durchmesser des Jochs 33 und der abgestuften Fläche zwischen dem Abschnitt 33a mit großem Durchmesser und dem Abschnitt 33b mit kleinem Durchmesser des Jochs 33 ausgebildet, und ein O-Ring 46 ist auf die ringförmige Nut 34 aufgesetzt. Der O-Ring 46 dient als Dichtung zum Gewährleisten einer Flüssigkeitsdichtigkeit und Luftdichtheit

zwischen der Innenumfangsfläche einer Einführöffnung, die an einer Verbrennungsmotorseite und der Außenumfangsfläche des Abschnitts 33b mit kleinem Durchmesser im Joch 33 ausgebildet ist, wenn das Kraftstoffeinspritzventil 1 am Verbrennungsmotor angebracht ist.

[0032] Die Harzabdeckung 47 ist in einem Bereich vom Mittelabschnitt bis zu einem Abschnitt in der Nähe des Endabschnitts auf der Basis-Stirnseite des Kraftstoffeinspritzventils 1 geformt. Der Endabschnitt auf der distalen Stirnseite der Harzabdeckung 47 deckt einen Abschnitt auf der Basis-Stirnseite des Abschnitts 33a mit großem Durchmesser des Jochs 33 ab. Darüber hinaus ist der Verbinder 41 durch das die Harzabdeckung 47 bildende Harz einstückig ausgebildet.

[0033] Als Nächstes wird die Konfiguration des Düsenelements 8 detailliert mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben. Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht, welche die vergrößerte Umgebung des in Fig. 1 dargestellten Düsenelements 8 veranschaulicht.

[0034] Im Ventilelement 15 sind in Richtung entlang der Mittelachse 1a durchdringende Durchgangsöffnungen 15d, 15c, 15v und 15e ausgebildet. Die konische Fläche 15v, deren Durchmesser sich zu einer stromabwärtsseitigen Seite hin reduziert, ist inmitten dieser Durchgangsöffnungen ausgebildet. Der Ventilsitz 15b ist oberhalb der konischen Fläche 15v ausgebildet, und der Ventilkörper 27c kommt mit dem Ventilsitz 15b in Kontakt und wird vom Ventilsitz 15b getrennt, und das Öffnen/Schließen des Kraftstoffkanals wird ausgeführt. Falls die konische Fläche 15v mit dem Ventilsitz 15b ausgebildet ist, wird diese auch Ventilsitzfläche bezeichnet. Darüber hinaus werden der Ventilsitz 15b und ein Abschnitt des Ventilkörpers 27c, der mit dem Ventilsitz 15b in Kontakt kommt, Dichtungsabschnitt bezeichnet.

[0035] Die Öffnungsabschnitte 15d, 15c und 15v auf der Oberseite von der konischen Fläche 15v der Durchgangsöffnungen 15d, 15c, 15v und 15e bilden eine Ventilaufnahmeöffnung, die den Ventilkörper 27c aufnimmt. Die Führungsfläche 15c, die den Ventilkörper 27c in Richtung entlang der Mittelachse 1a führt, ist auf den Innenumfangsflächen der Ventilaufnahmeöffnungen 15d, 15c und 15v ausgebildet.

[0036] Die stromabwärtsseitige Führungsfläche 15c und eine Gleitkontaktfläche 27cb des Ventilkörpers 27c, die in Kontakt mit der stromabwärtsseitigen Führungsfläche 15c gleitet, bilden einen stromabwärtsseitigen Führungsabschnitt 50A zum Führen der Gleitverschiebung des beweglichen Elements 27.

[0037] Der Abschnitt 15d mit großem Durchmesser, dessen Durchmesser zu einer stromaufwärtsseitigen Seite hin vergrößert ist, ist auf der stromaufwärts-

seitigen Seite der Führungsfläche 15c ausgebildet. Durch den Abschnitt 15b mit vergrößertem Durchmesser wird die Befestigung des Ventilkörpers **27c** vereinfacht, und der Abschnitt 15d mit vergrößertem Durchmesser trägt zum Vergrößern des Querschnitts des Kraftstoffkanals bei. Andererseits sind die unteren Endabschnitte der Ventilaufnahmeöffnungen 15d, 15c und 15v mit der Kraftstoffeinführöffnung 15e verbunden, und die untere Stirnfläche der Kraftstoffeinführöffnung 15e ist an einer distalen Stirnfläche 15t des Ventilsitzelements 15 geöffnet.

[0038] Die distale Stirnfläche 15t des Ventilsitzelements 15 ist mit einer Düsenplatte 21n befestigt. Die Düsenplatte 21n ist am Ventilsitzelement 15 durch ein Laserschweißelement 23 befestigt. Das Laserschweißelement 23 ist um den Umfang einer Einspritzöffnung bildenden Region herum, an der Kraftstoffeinspritzöffnung 110 ausgebildet sind, zum Umschließen der Einspritzöffnung bildenden Region ausgebildet.

[0039] Darüber hinaus ist die Düsenplatte 21n durch ein plattenförmiges Element (flache Platte) mit einheitlicher Dicke ausgebildet, und ein Vorsprungabschnitt 21na, der nach außen vorragt, ist im Mittelabschnitt des Düsenplattenelements 21n ausgebildet. Der Vorsprungabschnitt 21na ist durch eine gekrümmte Oberfläche (z. B. eine kugelförmige Oberfläche) ausgebildet. Eine Kraftstoffkammer 21a ist innerhalb des Vorsprungabschnitts 21na ausgebildet. Diese Kraftstoffkammer 21a steht mit der Kraftstoffeinführöffnung 15e in Verbindung, die im Ventilsitzelement 15 ausgebildet ist, und der Kraftstoff wird der Kraftstoffkammer 21a durch die Kraftstoffeinführöffnung 15e zugeführt.

[0040] Der Vorsprungabschnitt 21na ist mit einer Vielzahl von Kraftstoffeinspritzöffnungen 110 ausgebildet. Die Form einer jeden der Kraftstoffeinspritzöffnungen ist nicht beschränkt. Eine Wirbelkammer zum Ausüben einer Wirbelkraft auf den Kraftstoff kann auf der stromabwärtsseitigen Seite der Kraftstoffeinspritzöffnungen 110 vorgesehen sein. Eine Mittelachse 110a einer jeden der Kraftstoffeinspritzöffnungen kann parallel zur Mittelachse **1a** des Kraftstoffeinspritzventils verlaufen oder kann relativ zur Mittelachse **1a** des Kraftstoffeinspritzventils geneigt sein. Außerdem kann der Vorsprungabschnitt 21na nicht ausgebildet sein.

[0041] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Ventilabschnitt 7 zum Öffnen/Schließen der Kraftstoffeinspritzöffnungen 110 aus dem Ventilsitzelement 15 und dem Ventilkörper **27c** ausgebildet. Ein Kraftstoffeinspritzabschnitt 21, der die Form des Kraftstoffeinspritzsprays bestimmt, ist aus der Düsenplatte 21n gebildet. Darüber hinaus bilden der Ventilabschnitt 7 und der Kraftstoffeinspritzabschnitt 21 das Düsenelement 8 zum Ausführen der Kraftstoffeinspritzung.

Das heißt, die Düsenplatte 21n ist mit dem distalen Endabschnitt 15t an der Hauptkörperseite (dem Ventilsitzelement 15) des Düsenelements 8 verbunden, und das Düsenelement 8 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel konfiguriert.

[0042] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein Kugelventil mit einer Kugelform als Ventilkörper **27c** verwendet. Im Ventilkörper **27c** ist ein Abschnitt, welcher der Führungsfläche 15c zugewandt ist, mit einer Vielzahl von gekerbten Flächen 27ca versehen, die in Abständen in Umfangsrichtung ausgebildet sind, und ein Kraftstoffkanal wird durch diese gekerbten Flächen 27ca gebildet. Der Ventilkörper **27c** kann aus einem anderen Ventilkörper als das Kugelventil gebildet sein. Es kann z. B. ein Nadelventil verwendet werden.

[0043] Die Konfiguration der Umgebung des beweglichen Eisenkerns **27a** des beweglichen Elements **27** wird detailliert mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben. **Fig. 3** zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, welche die vergrößerte Umgebung des in **Fig. 1** dargestellten beweglichen Eisenkerns **27a** und des festen Eisenkerns 25 veranschaulicht. Darüber hinaus zeigt **Fig. 3** einen Zustand, bei dem eine Mittelachse (Ventilachse) **27l** des beweglichen Elements **27** der Mittelachse **1a** des Kraftstoffeinspritzventils **1** entspricht.

[0044] In der vorliegenden Erfindung sind der bewegliche Eisenkern **27a** und der Schaftabschnitt 27b durch ein Element einstückig ausgebildet. Ein nach unten ausgesparter Abschnitt 27aa ist im Mittelabschnitt einer oberen Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** ausgebildet. Ein Federsitz 27ag ist am Bodenabschnitt des konkaven Abschnitts 27aa ausgebildet, und ein Ende der Schraubenfeder 39 ist am Federsitz 27ag abgestützt. Darüber hinaus ist ein Öffnungsabschnitt 27af, der mit der Innenseite des Schaftelements 27b in Verbindung steht, am Bodenabschnitt des konkaven Abschnitts 27aa ausgebildet. Der Öffnungsabschnitt 27af bildet einen Kraftstoffkanal, und der Kraftstoff, der aus der Durchgangsöffnung 25a des festen Eisenkerns **25** in einen Raum 27ai innerhalb des konkaven Abschnitts 27aa strömt, strömt durch diesen Kraftstoffkanal, und strömt anschließend in einen Raum 27bi innerhalb des Schaftelements 27b.

[0045] Die obere Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** ist einer unteren Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** zugewandt. Die obere Stirnfläche **27ab** und die untere Stirnfläche **25b** bilden magnetische Anziehungsflächen, und eine magnetische Anziehungskraft wird dazwischen ausgeübt. Eine Außenumfangsfläche **27ac** des beweglichen Eisenkerns **27a** ist zum Gleiten in Kontakt mit der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** ausgebildet. Das heißt, die Innenumfangsfläche **5e** umschließt den beweglichen Eisenkern **27a** und

bildet eine Führungsfläche zum Führen der Bewegung des beweglichen Elements **27** in der Ventil-Öffnungs-/Schließrichtung. Die Innenumfangsfläche **5e** bildet insbesondere eine stromaufwärtsseitige Führungsfläche, mit der die Außenumfangsfläche **27ac** des beweglichen Eisenkerns **27a** in Kontakt gleitet. Die stromaufwärtsseitige Führungsfläche **5e** und die Außenumfangsfläche **27ac** des beweglichen Eisenkerns **27a** bilden einen stromaufwärtsseitigen Führungsabschnitt **50B** zum Führen der Verschiebung des beweglichen Elements **27**.

[0046] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Bewegung des beweglichen Elements **27** in der Ventil-Öffnungs-/Schließrichtung durch zwei Punkte der Führungsfläche (stromabwärtsseitigen Führungsfläche) **15c**, die im Ventilsitzelement **15** ausgebildet ist, und der stromaufwärtsseitigen Führungsfläche **5e** geführt, die aus der Innenumfangsfläche des zylindrischen Körpers **5** ausgebildet ist. Das heißt, das bewegliche Element **27** wird durch zwei Punkte des stromaufwärtsseitigen Führungsabschnitts **50B** und des stromabwärtsseitigen Führungsabschnitts **50A** geführt (siehe **Fig. 1**), und bewegt sich in Richtung der Mittelachse **1a** hin und her. In diesem Fall wird der Ventilkörper **27c** des beweglichen Elements **27** durch die stromabwärtsseitige Führungsfläche **15c** geführt, und die Außenumfangsfläche **27ac** des beweglichen Eisenkerns **27a** wird von der stromaufwärtsseitigen Führungsfläche **5e** geführt.

[0047] Ein Merkmal des festen Eisenkerns **25** sowie des beweglichen Eisenkerns **27a** gemäß der vorliegenden Erfindung werden mit Bezug auf **Fig. 3** bis **Fig. 5** speziell beschrieben. **Fig. 4** zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, die den vergrößerten zugewandten Abschnitt (IV-Abschnitt) zwischen dem in **Fig. 1** dargestellten beweglichen Eisenkern **27a** und dem festen Eisenkern **25** veranschaulicht. **Fig. 5** zeigt eine vergrößerte Querschnittansicht, welche die vergrößerte Umgebung (den V-Abschnitt) des in **Fig. 3** dargestellten beweglichen Eisenkerns **27a** veranschaulicht.

[0048] Der feste Eisenkern **25** ist mit einem Magnetdrosselabschnitt **25m** am Außenumfangsabschnitt an einer Seite der zugewandten Stirnfläche **25b** ausgebildet, die dem beweglichen Eisenkern **27a** zugewandt ist. In der vorliegenden Erfindung ist der Magnetdrosselabschnitt **25m** durch eine sich verjüngende Fläche (einen sich verjüngenden Abschnitt) gebildet. Die sich verjüngende Fläche **25m** ist so ausgebildet, dass sich der Außendurchmesser des festen Eisenkerns **25** von der gegenüberliegenden Seite zu der Seite, die dem beweglichen Eisenkern **27a** zugewandt ist (die nachfolgend nichtbewegliche Eisenkernseite bezeichnet wird), zur zugewandten Stirnfläche **25b** hin graduell reduziert. Das heißt, in der sich verjüngenden Fläche **25m** reduziert sich der Außendurchmesser von der nicht-beweglichen Eisenkern-

seite zur zugewandten Stirnfläche **25b** hin. Folglich ist ein Raum **25s** zwischen der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** und dem festen Eisenkern **25** an der Außenumfangsseite des festen Eisenkerns **25** ausgebildet. Der Raum **25s** ist so ausgebildet, dass sich der Raum zwischen der Innenumfangsfläche **5e** und dem festen Eisenkern **25** von der nicht-beweglichen Eisenkernseite zur zugewandten Stirnfläche **25b** (zum beweglichen Eisenkern **27a**) hin erweitert.

[0049] Am Innenumfangsabschnitt der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** wird ein Abfasen zum Entfernen einer Ecke durchgeführt. In der vorliegenden Erfindung wird ein Eckenbereich des Innenumfangs der zugewandten Stirnfläche **25b** durch das Abfasen diagonal geschnitten und eine geneigte Fläche **25n** mit schmaler Breite gebildet.

[0050] Der bewegliche Eisenkern **27a** ist mit einem Magnetdrosselabschnitt **27am** am Außenumfangsabschnitt an einer Seite der zugewandten Stirnfläche **27ab** ausgebildet, die dem festen Eisenkern **25** zugewandt ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Magnetdrosselabschnitt **27am** durch eine sich verjüngende Fläche (einen sich verjüngenden Abschnitt) gebildet. Die sich verjüngende Fläche **27am** ist so ausgebildet, dass sich der Außendurchmesser des beweglichen Eisenkerns **27a** von der gegenüberliegenden Seite zu der Seite, die dem festen Eisenkern **25** zugewandt ist (die nachfolgend nicht-feste Eisenkernseite bezeichnet wird) zur zugewandten Stirnfläche **27ab** hin reduziert. Das heißt, in der sich verjüngenden Fläche **27am** reduziert sich der Außendurchmesser des beweglichen Eisenkerns **27a** von der nicht-festen Eisenkernseite zur zugewandten Stirnfläche **27ab** hin. Demzufolge wird ein Raum **27as** zwischen der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** und dem beweglichen Eisenkern **27a** an der Außenumfangsseite des beweglichen Eisenkerns **27a** gebildet. Der Raum **27as** ist so ausgebildet, dass sich der Raum zwischen der Innenumfangsfläche **5e** und dem beweglichen Eisenkern **27a** von der nicht-festen Eisenkernseite zur zugewandten Stirnfläche **27ab** (zum festen Eisenkern **25**) hin erweitert.

[0051] Am Innenumfangsabschnitt der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** wird ein Abfasen zum Entfernen einer Ecke durchgeführt. In der vorliegenden Erfindung wird ein Eckenbereich des Innenumfangs der zugewandten Stirnfläche **27ab** durch das Abfasen diagonal geschnitten und eine geneigte Fläche **27an** mit schmaler Breite gebildet.

[0052] In **Fig. 3** bis **Fig. 5** ist eine Abmessung jedes Abschnitts wie folgt definiert. Darüber hinaus werden die folgenden Abmessungen mit der Position des

beweglichen Elements **27** zum Zeitpunkt des Ventilschließens als Referenz angegeben.

S_{11} : Die Querschnittsfläche der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25**, die dem beweglichen Eisenkern **27a** zugewandt ist.

S_{12} : Die Querschnittsfläche des festen Eisenkerns **25** an der Mittenposition der Spule **29** in Richtung entlang der Mittelachse **1a**.

L_{11} : Die Länge der sich verjüngenden Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25** in Richtung entlang der Mittelachse **1a**.

L_{12} : Die Länge von der Mittenposition der Spule **29** in Richtung entlang der Mittelachse **1a** zur zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25**, die dem beweglichen Eisenkern **27a** zugewandt ist.

L_3 : Die Länge der geneigten Fläche **25n** des festen Eisenkerns **25** in Richtung entlang der Mittelachse **1a**.

S_{21} : Die Fläche der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a**, die dem festen Eisenkern **25** zugewandt ist.

S_{22} : Die maximale Querschnittsfläche (Querschnittsfläche senkrecht zur Mittelachse **1a**) des beweglichen Eisenkerns **27a** innerhalb des Bereichs, welcher der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** zugewandt ist.

L_{21} : Die Länge der sich verjüngenden Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** in Richtung entlang der Mittelachse **1a**.

L_{22} : Die Länge von der oberen Endposition des Verbindungsabschnitts des Jochs **33** und dem zylindrischen Körper **5** zur zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a**, die dem festen Eisenkern **25** zugewandt ist.

L_4 : Die Länge der geneigten Fläche **27an** des beweglichen Eisenkerns **27a** in Richtung entlang der Mittelachse **1a**.

δ_1 : Die Spaltbreite zwischen der Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** und der Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a**, die einander zugewandt sind. Diese Spaltbreite entspricht zum Zeitpunkt des Ventilschließens der maximalen Spaltbreite, das heißt, entspricht dem Spalt zwischen den Magnetkörpern zum Zeitpunkt des Ventilschließens.

G_1 : Die Spaltbreite, die zwischen dem Außenumfang der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** und der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** ausgebildet ist. Diese Spaltbreite G_1 ist eine Breite in den radialen Richtungen des festen Eisenkerns **25** und der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5**.

G_2 : Die Spaltbreite, die zwischen dem Außenumfang der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** und der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** ausgebildet ist. Diese Spaltbreite G_2 ist eine Breite in den radialen Richtungen des beweglichen Eisenkerns **27a** und der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5**.

[0053] Bei den Definitionen der obigen Abmessungen ist es jedoch erforderlich, die folgenden Punkte zu berücksichtigen.

[0054] Wie in **Fig. 5** dargestellt, gibt es einen Fall, bei dem ein konvexer Bereich **27ap** an der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** ausgebildet ist, die dem festen Eisenkern **25** zugewandt ist. Der konvexe Bereich **27ap** ist vorgesehen, um das Anhaften der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** an der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** zu verhindern. Eine Höhe H_{27ap} des konvexen Bereichs **27ap** beträgt üblicherweise $50 \mu\text{m}$ oder weniger. In diesem Fall sind die Fläche S_{21} , die Länge L_{21} und die Länge L_{22} ohne den enthaltenen konvexen Bereich **27ap** definiert. Das heißt, wenn die zugewandte Stirnfläche **27ab** auf eine ebene Fläche senkrecht zur Mittelachse **1a** projiziert wird, ist die Fläche S_{21} als Projektionsfläche definiert, die vom Innenumfangsrand (Innendurchmesser) und dem Außenumfangsrand (Außendurchmesser) der zugewandten Stirnfläche **27ab** umschlossen ist. Darüber hinaus ist die Länge L_{21} sowie die Länge L_{22} eine Länge, welche die zugewandte Stirnfläche **27ab** ohne den enthaltenen konvexen Bereich **27ap** erreicht.

[0055] Es gibt einen Fall, bei dem der konvexe Bereich **27ap** an der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** anstatt der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** vorgesehen ist. In diesem Fall sind die Fläche S_{11} , die Länge L_{11} und die Länge L_{12} ohne enthaltenen konvexen Bereich **27ap** ähnlich wie die Länge L_{21} und die Länge L_{22} im beweglichen Eisenkern **27a** definiert.

[0056] Wie in **Fig. 5** dargestellt, gibt es einen Fall, bei dem ein konvexer Bereich **27aq** an der Außenumfangsfläche **27ac** des beweglichen Eisenkerns **27a** vorgesehen ist, die der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** zugewandt ist. Der konvexe Bereich **27aq** bildet einen Gleitbereich, der mit der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** gleitet. In diesem Fall ist die Querschnittsfläche des konvexen Bereichs **27aq** nicht in der Querschnittsfläche S_{22} enthalten.

[0057] Als Nächstes werden Funktionseffekte der sich verjüngenden Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25** und der sich verjüngenden Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** mit Bezug auf **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6** zeigt ein Ansprechverhalten-Wellenformdiagramm, das ein Ansprechverhalten der Anziehungskraft sowie des Ventilverhaltens auf eine Impulswellenform in einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0058] **Fig. 6** zeigt einen Impuls **61**, der gemäß einer Einspritzzeit des Kraftstoffs von einem Aus-Zustand in einen Ein-Zustand geschaltet ist, und An-

ziehungskräfte (eine magnetische Anziehungskraft) 62a und 62b, die am beweglichen Eisenkern **27a** (beweglichen Element **27**) gemäß dem Impuls 61 und den Verhaltensweisen (dem Ventilverhalten) 63a und 63b des beweglichen Elements **27** angetrieben durch die Anziehungskräfte (magnetische Anziehungskraft) 62a und 62b ausgeübt werden. Die Anziehungskraft 62a und das Ventilverhalten 63a zeigen ein Merkmal des vorliegenden Ausführungsbeispiels, bei dem die sich verjüngende Fläche **25m** und die sich verjüngende Fläche **27am** am festen Eisenkern **25** bzw. am beweglichen Eisenkern **27a** vorgesehen sind. Die Anziehungskraft 62b und das Ventilverhalten 63b zeigen ein Merkmal eines Vergleichsausführungsbeispiels (zum Beispiel die in **Fig. 10** dargestellte Konfiguration) im Vergleich zur vorliegenden Erfindung, ein Vergleichsausführungsbeispiel, bei dem die sich verjüngende Fläche **25m** und die sich verjüngende Fläche **27am** nicht am festen Eisenkern **25** bzw. am beweglichen Eisenkern **27a** vorgesehen sind. Im Diagramm des Ventilverhaltens bedeutet „Ventilöffnung“ außerdem einen Zustand (eine Position), bei dem das bewegliche Element **27** um den maximalen Hub angehoben und das Ventil geöffnet ist. Insbesondere befindet es sich in einem Zustand (einer Position), bei dem die Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** in Kontakt mit der Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** kommt.

(1) Verbesserung des Ventilöffnungsansprechverhaltens

[0059] Durch Vorsehen der sich verjüngenden Fläche **25m** und der sich verjüngenden Fläche **27am** am festen Eisenkern **25** bzw. am beweglichen Eisenkern **27a** kann ein Anstieg der Anziehungskraft 62a des vorliegenden Ausführungsbeispiels im Vergleich zu einem Anstieg der Anziehungskraft 62b des Vergleichsausführungsbeispiels verbessert werden.

[0060] Dies bedeutet, dass durch Festlegen der Fläche S_{11} der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** und der Fläche S_{21} der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a**, die einander zugewandt sind, kleiner als die maximale Querschnittsfläche S_{12} des festen Eisenkerns **25** bzw. der maximalen Querschnittsfläche S_{22} des beweglichen Eisenkerns **27a** ein Magnetfluss an den zugewandten Flächen des festen Eisenkerns **25** und des beweglichen Eisenkerns **27a** zum Zeitpunkt niedriger Spannung (zum Zeitpunkt der minimalen Antriebsspannung) konzentriert wird, und dadurch die magnetische Anziehungskraft erhöht werden kann. Dies führt zu einer Verkürzung einer Ventilöffnungsvorgang-Zeitdauer von einem Zustand des Ventilschließens bis zu einem Zustand des Ventilöffnens. Das heißt, das Ansprechverhalten zum Zeitpunkt des Ventilöffnens ist verbessert.

[0061] Wenn die magnetische Anziehungskraft zum Zeitpunkt niedriger Spannung erhöht wird, kann die festgelegte Kraft der Schraubenfeder 39 groß eingestellt werden.

[0062] Das Ventilverhalten 63a von **Fig. 6** zeigt ein Ventilverhalten in einem Zustand, bei dem die eingestellte Kraft der Schraubenfeder 39 im Vergleich zum Ventilverhalten 63b größer eingestellt ist. Daher besteht kein Unterschied zwischen einer Verbesserung des Ventilverhaltens 63a und einer Verbesserung des Ventilverhaltens 63b. Durch Vergrößern der eingestellten Kraft der Schraubenfeder 39 kann jedoch das Ventilverhalten 63b zum Zeitpunkt des nachfolgend beschriebenen Ventilschließens verbessert werden. Wenn die eingestellte Kraft der Schraubenfeder 39 entsprechend der eingestellten Last im Ventilverhalten 63b eingestellt ist, wird das Ventilverhalten 63a verbessert und beschleunigt.

Verbesserung des Ventilschließensprechverhaltens

[0063] Durch Vorsehen der sich verjüngenden Fläche **25m** und der sich verjüngenden Fläche **27am** am festen Eisenkern **25** bzw. beweglichen Eisenkern **27a** können die Fläche S_{11} der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** und die Fläche S_{21} der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a**, die einander zugewandt sind, klein sein, und demzufolge wird die maximale Magnetflussmenge (Sättigungsmagnetflussmenge) unterdrückt und kann gering sein.

[0064] Durch Verkleinern des maximalen Magnetflusses kann die maximale Anziehungskraft gering sein, und es ist möglich, die Entmagnetisierungszeit zu dem Zeitpunkt zu verkürzen, zu dem die Erregung der Spule 29 auf einen Aus-Zustand (der Impuls 61 ist im Aus-Zustand) geschaltet wird. Demzufolge kann die Beseitigung der Anziehungskraft 62a schneller als die der Anziehungskraft 62b ausgeführt werden. Dies führt zu einer Verkürzung einer Ventilschließvorgang-Zeitdauer von einem Zustand des Ventilöffnens bis zu einem Zustand des Ventilschließens. Das heißt, das Ansprechverhalten zum Zeitpunkt des Ventilschließens ist verbessert.

[0065] Wenn die eingestellte Kraft der Schraubenfeder 39, wie oben beschrieben, im Vergleich zu einem Fall des Vergleichsausführungsbeispiels groß eingestellt ist, gelangt das bewegliche Element **27**, das die magnetische Anziehungskraft verloren hat, zudem rasch in den Ventilschließzustand. In **Fig. 6** wurde gezeigt, dass der reduzierende Effekt der maximalen Magnetflussmenge und der vergrößernde Effekt der eingestellten Kraft der Schraubenfeder 39 kombiniert werden, und das Ventilverhalten 63a des vorliegenden Ausführungsbeispiels schneller als das Ventilverhalten 63b des Vergleichsausführungsbeispiels in den Ventilschließzustand gelangt.

[0066] Wie oben beschrieben, kann beim Kraftstoffeinspritzventil des vorliegenden Ausführungsbeispiels durch Vorsehen der sich verjüngenden Fläche **25m** und der sich verjüngenden Fläche **27am** am festen Eisenkern **25** bzw. am beweglichen Eisenkern **27a** der Magnetfluss auf die zugewandte Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **24** sowie die zugewandte Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** konzentriert werden. Die sich verjüngende Fläche **25m** und die sich verjüngende Fläche **27am** sind an der Außenumfangsflächenseite des festen Eisenkerns **25** bzw. an der Außenumfangsflächenseite des beweglichen Eisenkerns **27a** vorgesehen, und der Magnetfluss, der in der Nähe der Außenumfangsflächen des festen Eisenkerns **25** sowie des beweglichen Eisenkerns **27a** verläuft, kann radial nach innen gerichtet werden, und demzufolge kann der Magnetfluss effizient auf die zugewandte Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** sowie die zugewandte Stirnseite **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** konzentriert werden. Demzufolge kann das Ansprechverhalten zum Zeitpunkt des Ventilöffnens und des Ventilschließens des Kraftstoffeinspritzventils des vorliegenden Ausführungsbeispiels verbessert werden.

[0067] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Bereich jeder der obigen Abmessungen, die in **Fig. 3** bis **Fig. 5** definiert sind, wie folgt eingestellt.

[0068] Die Länge L_{11} der sich verjüngenden Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25** ist im Bereich von $L_4 \leq L_{21} \leq L_{22}$ eingestellt. Die Obergrenze von L_{11} ist auf L_{12} eingestellt, da ein Magnetfeld in der mittigen Position der Spule **29** in Richtung entlang der Mittelachse **1a** am stärksten ist. Außerdem ist die Fasenabmessung L_3 normalerweise kleiner als 0,3mm. Die Länge L_{11} ist daher im Bereich von $0,3 \text{ mm} \leq L_{11} \leq L_{12}$ eingestellt.

[0069] Die Länge L_{21} der sich verjüngenden Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** ist im Bereich von $L_4 \leq L_{21} \leq L_{22}$ eingestellt. Wenn die Länge L_{21} größer als die von L_{22} eingestellt ist, erhöht sich der magnetische Widerstand, da der zwischen dem Joch **33** und den beweglichen Eisenkern **27a** gebildete magnetische Weg so ausgebildet ist, dass dieser den durch die verjüngende Fläche **27am** gebildeten Spalt umgeht. Durch Einstellen der Länge L_{21} auf den Bereich von $L_{21} \leq L_{22}$ wird der zwischen dem Joch **33** und dem beweglichen Eisenkern **27a** gebildete magnetische Weg linear, und die Zunahme des magnetischen Widerstands kann verhindert werden. Außerdem ist die Fasenabmessung L_4 üblicherweise kleiner als 0,3 mm. Die Länge L_{21} wird daher im Bereich von $0,3 \text{ mm} \leq L_{21} \leq L_{22}$ eingestellt.

[0070] Die Länge G_1 des Spalts, der zwischen dem Außenumfang der Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** und der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** ausgebildet ist, ist vorzugsweise

im Bereich von $\delta 1 \leq G_1$ eingestellt. Darüber hinaus ist die Länge G_2 des Spalts, der zwischen dem Außenumfang der Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** und der Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** ausgebildet ist, vorzugsweise im Bereich von $\delta 1 \leq G_2$ eingestellt. Durch Einstellen der Spaltbreite G_1 sowie der Spaltbreite G_2 gleichgroß oder größer als die des Spalts $\delta 1$ ist es möglich, das Austreten des Magnetflusses vom zugewandten Abschnitt (Spalt $\delta 1$ -Abschnitt) zum der Seite des Ventilkörpers **5** zugewandten Abschnitt zu verhindern, an dem der feste Eisenkern **24** und der bewegliche Eisenkern **27a** einander zugewandt sind.

[0071] Die Fläche S_{11} der zugewandten Endfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** ist vorzugsweise im Bereich von $0,5 \leq S_{11}/S_{12} \leq 0,8$ eingestellt. Darüber hinaus ist die Fläche S_{21} der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** vorzugsweise im Bereich von $0,5 \leq S_{21}/S_{22} \leq 0,8$ eingestellt. Damit kann der Magnetfluss effektiv auf die zugewandte Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** sowie die zugewandte Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** konzentriert werden.

[0072] Der Außendurchmesser der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** entspricht jenem der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a**. Damit kann der Magnetfluss effektiv auf die zugewandte Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** sowie die zugewandte Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** konzentriert werden.

[0073] Nunmehr werden die Unterschiede zwischen der sich verjüngenden Fläche **25m** des vorliegenden Ausführungsbeispiels und eines abgefasten Abschnitts **25r** des Vergleichsausführungsbeispiels und zwischen der sich verjüngenden Fläche **27am** des vorliegenden Ausführungsbeispiels und einem abgefasten Abschnitt **27ar** des Vergleichsausführungsbeispiels mit Bezug auf **Fig. 10** beschrieben. **Fig. 10** zeigt eine vergrößerte Schnittansicht, die einen vergrößerten zugewandten Abschnitt veranschaulicht, an dem der bewegliche Eisenkern **27a** und der feste Eisenkern **25** im Vergleichsausführungsbeispiel verglichen mit der vorliegenden Erfindung einander zugewandt sind.

[0074] Der abgefaste Abschnitt (die geneigte Fläche) **25r** ist normalerweise am Außenumfangsabschnitt der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** vorgesehen. Außerdem ist der abgefaste Abschnitt (die geneigte Fläche) **25ar** normalerweise am Außenumfangsabschnitt der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** vorgesehen. Der abgefaste Abschnitt **25r** ist so vorgesehen, dass dessen Form und Abmessung ähnlich denen des abgefasten Abschnitts (geneigten Abschnitts) **25n** festgelegt sind, und der abgefaste Ab-

schnitt 27ar ist so vorgesehen, dass dessen Form und Abmessung ähnlich denen des abgefasten Abschnitts (geneigten Fläche) 27an vorgesehen sind, wie dies in **Fig. 4** und **Fig. 5** dargestellt ist. Das heißt, die abgefasten Abschnitte 25r und 27ar sind so vorgesehen, dass die Länge des abgefasten Abschnitts 25r und die Länge des abgefasten Abschnitts 27ar entlang den Mittelachsen **1a** und **27l** die gleichen wie die Länge L_3 des abgefasten Abschnitts (der geneigten Fläche) 25n und die Länge L_4 des abgefasten Abschnitts (der geneigten Fläche) 27an sind, die in **Fig. 4** bzw. **Fig. 5** dargestellt sind. Darüber hinaus ist jeder der abgefasten Abschnitte 25r und 27ar üblicherweise mit einem Winkel von 45° relativ zur Mittelachse **1a** vorgesehen, und die Abmessung des abgefasten Abschnitts 25r und die Abmessung des abgefasten Abschnitts 27ar in der radialen Richtung sind die gleichen wie die Länge L_3 bzw. die Länge L_4 . Es ist jedoch nicht möglich, einen praktischen Effekt des Konzentrierens des Magnetflusses auf die zugewandte Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** sowie der zugewandten Stirnfläche 27ab des beweglichen Eisenkerns **27a** mit diesen abgefasten Abschnitten 25r und 27ar zu erhalten, die innerhalb eines derart winzigen Bereichs vorgesehen sind.

[0075] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Länge L_{11} sowie die Länge L_{12} der sich verjüngenden Fläche **25m** praktisch länger als das Längenmaß L_3 des abgefasten Abschnitts 25r, und die Länge L_{21} sowie die Länge L_{22} der sich verjüngenden Fläche **27am** ist praktisch länger als das Längenmaß L_4 des abgefasten Abschnitts 27ar. Hierbei ist ein Maß, das praktisch länger als das Maß der Länge L_3 des abgefasten Abschnitts 25r sowie der Länge L_4 des abgefasten Abschnitts **27a** ist, wie oben beschrieben, ein Längenmaß, mit dem ein praktischer Effekt des Konzentrierens des Magnetflusses auf die zugewandte Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** sowie die zugewandte Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** erreicht werden kann.

[0076] Hier werden die sich verjüngende Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25** und die sich verjüngende Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** zusätzlich mit Bezug auf **Fig. 7** erläutert. **Fig. 7** zeigt eine Schnittansicht zum Erläutern der sich verjüngenden Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** und der sich verjüngenden Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25**.

[0077] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist zum Zeitpunkt des Ventilöffnens (eines Zustands, bei dem der Ventilkörper **27c** in Kontakt mit dem Ventil Sitz 15b kommt) ein Raum (eine Länge in Richtung der Mittelachse **1a**) W_a zwischen dem oberen Endabschnitt (Endabschnitt auf der nicht-beweglichen Eisenkernseite) der sich verjüngenden Fläche **25m** und dem unteren Endabschnitt (Endabschnitt auf der nicht-festen Eisenkernseite) der sich verjüngenden Fläche

27am länger als eine Länge W_b des nichtmagnetischen Abschnitts 5c in Richtung der Mittelachse **1a** eingestellt.

[0078] Darüber hinaus ist der obere Endabschnitt der sich verjüngenden Fläche 25m an der oberen Seite vom oberen Endabschnitt des nichtmagnetischen Abschnitts 5c positioniert, und zumindest zum Ventilöffnungszeitpunkt ist der untere Abschnitt der sich verjüngenden Fläche **27am** an der unteren Seite vom unteren Endabschnitt des nichtmagnetischen Abschnitts 5c positioniert.

[0079] Dadurch kann der reduzierende Effekt des magnetischen Streuflusses vom nichtmagnetischen Abschnitt 5c, der im zylindrischen Körper **5** ausgebildet ist, mit der sich verjüngenden Fläche **25m** und der sich verjüngenden Fläche 27am verbessert werden.

[0080] Als nächstes wird eine Variation der sich verjüngenden Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25** und der sich verjüngenden Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** mit Bezug auf **Fig. 8** erläutert. **Fig. 8** zeigt eine Schnittansicht, die eine Variation der sich verjüngenden Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** sowie der sich verjüngenden Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25** veranschaulicht.

[0081] Bei der vorliegenden Variation ist der Magnetdrosselabschnitt **25m** unter Verwendung einer zylindrischen Fläche 25ma anstatt der sich verjüngenden Fläche **25m** des festen Eisenkerns **25** gebildet. Darüber hinaus ist der Magnetdrosselabschnitt **27am** unter Verwendung einer zylindrischen Fläche 27ama anstatt der sich verjüngenden Fläche **27am** des beweglichen Eisenkerns **27a** gebildet. Die zylindrische Fläche 25ma und die zylindrische Fläche 27ama sind jeweils durch eine zylindrische Fläche parallel zur Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5** gebildet.

[0082] Die zylindrische Fläche 25ma bildet einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser, der durch Reduzieren des Außendurchmessers des festen Eisenkerns **25** zum Bilden des Magnetdrosselabschnitts 25 am ausgebildet ist. Darüber hinaus bildet die zylindrische Fläche 27ama einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser, der durch Reduzieren des Außendurchmessers des beweglichen Eisenkerns **27a** zum Bilden des Magnetdrosselabschnitts **27am** ausgebildet ist.

[0083] Eine geneigte Fläche (sich verjüngende Fläche) 25mb, welche die zylindrische Fläche 25ma mit dem Außenumfangsflächenabschnitt verbindet, welcher zum maximalen Durchmesser des festen Eisenkerns **25** wird, ist auf der nicht-beweglichen Eisenkernseite der zylindrischen Fläche 25ma ausgebildet. Das heißt, die geneigte Fläche 25mb ist zwischen dem Abschnitt mit großem Durchmesser, der auf der

nicht-beweglichen Eisenkernseite der zylindrischen Fläche (des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser) 25ma des festen Eisenkerns **25** ausgebildet ist, und der zylindrischen Fläche 25ma als geneigte Fläche 25mb ausgebildet, bei der sich der Außendurchmesser des festen Eisenkerns **25** in sich verjüngender Form vom Abschnitt mit großem Durchmesser zur zylindrischen Fläche 25ma hin reduziert.

[0084] Eine geneigte Fläche (sich verjüngende Fläche) 27amb, welche die zylindrische Fläche 27ama mit dem Außenumfangsflächenabschnitt verbindet, der zum maximalen Durchmesser des beweglichen Eisenkerns **27a** wird, ist an der nicht-festen Eisenkernseite der zylindrischen Fläche 27ama ausgebildet. Das heißt, die sich verjüngende Fläche ist zwischen dem Abschnitt mit großem Durchmesser, der auf der nicht-festen Eisenkernseite der zylindrischen Fläche (dem Abschnitt mit reduziertem Durchmesser) 27ama des beweglichen Eisenkerns gebildet ist, und der zylindrischen Fläche 27ama als sich verjüngende Fläche ausgebildet, bei der sich der Außendurchmesser des beweglichen Eisenkerns **27a** in sich verjüngender Form vom Abschnitt mit großem Durchmesser zur zylindrischen Fläche 27ama hin reduziert.

[0085] Die zylindrische Fläche 25ma und die geneigte Fläche 25mb bilden den Abschnitt mit reduziertem Durchmesser, und somit wird der Magnetdrosselabschnitt gebildet. Die zylindrische Fläche 27ama und die geneigte Fläche 27amb bilden den Abschnitt mit reduziertem Durchmesser und damit ist der Magnetdrosselabschnitt **27am** gebildet.

[0086] Die zylindrische Fläche 25ma und die zylindrische Fläche 27ama verlaufen parallel zueinander. Darüber hinaus verläuft die zylindrische Fläche 25ma parallel zur Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5**, und die zylindrische Fläche 27ama verläuft parallel zur Innenumfangsfläche **5e** des zylindrischen Körpers **5**.

[0087] Bei der vorliegenden Variation kann der gleiche Effekt wie die sich verjüngende Fläche 25m, die am Außenumfangsabschnitt des festen Eisenkerns **25** ausgebildet ist, auch durch die zylindrische Fläche 25ma und die geneigte Fläche 25mb erreicht werden, die am Außenumfangsabschnitt des festen Eisenkerns **25** ausgebildet sind. Darüber hinaus kann der gleiche Effekt wie die sich verjüngende Fläche **27am**, die am Außenumfangsabschnitt des beweglichen Eisenkerns **27a** ausgebildet ist, durch die zylindrische Fläche 27ama und die geneigte Fläche 27amb erreicht werden, die am Außenumfangsabschnitt des beweglichen Eisenkerns **27a** ausgebildet sind.

[0088] Da jedoch die zylindrische Fläche 25ma und die zylindrische Fläche 27ama, verglichen mit einem Fall der sich verjüngenden Fläche **25m** und der

sich verjüngenden Fläche **27am**, im Abschnitt der zugewandten Stirnfläche **25b** des festen Eisenkerns **25** und dem Abschnitt der zugewandten Stirnfläche **27ab** des beweglichen Eisenkerns **27a** parallel zueinander verlaufen, besteht die Möglichkeit, dass sich der Effekt des Ausrichtens des Magnetflusses radial nach innen reduziert.

[0089] Bei der vorliegenden Variation ist die Abmessung jedes Abschnitts ebenfalls wie oben erwähnt definiert.

[0090] Bei der vorliegenden Variation kann entweder der Magnetdrosselabschnitt **25m** oder der Magnetdrosselabschnitt **27am** durch die in **Fig. 3** bis **Fig. 5** erläuterte sich verjüngende Fläche ausgebildet sein.

[0091] Als nächstes wird eine Variation des nichtmagnetischen Abschnitts 5c mit Bezug auf **Fig. 9** erläutert. **Fig. 9** zeigt eine Schnittansicht, welche die Variation veranschaulicht, bei der die Konfiguration des nichtmagnetischen Abschnitts 5c im Vergleich zu der des nichtmagnetischen Abschnitts 5c von **Fig. 3** variiert ist.

[0092] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der nichtmagnetische Abschnitt 5c unter Verwendung eines nichtmagnetischen Materials oder eines schwachmagnetischen Materials gebildet. Bei der Variation wird das in **Fig. 7** erläuterte Abmessungsverhältnis zwischen W_a und W_b ebenfalls angewendet.

[0093] Darüber hinaus können der Magnetdrosselabschnitt **25m** und/oder der Magnetdrosselabschnitt **27am** unter Verwendung der zylindrischen Flächen 25ma bzw. 27ama gebildet sein.

[0094] Der zylindrische Körper **5** kann aus einer Vielzahl von Elementen unter Verwendung eines nichtmagnetischen Materials oder eines schwachmagnetischen Materials wie die vorliegende Variation am nichtmagnetischen Abschnitt 5c ausgebildet sein, oder kann aus einem aus magnetischem Material hergestellten Element einschließlich des nichtmagnetischen Abschnitts 5c wie das oben erwähnte Ausführungsbeispiel ausgebildet sein.

[0095] Ein Verbrennungsmotor, an dem das Kraftstoffespritzventil **1** gemäß der vorliegenden Erfindung montiert ist, wird mit Bezug auf **Fig. 11** erläutert. **Fig. 11** zeigt eine Schnittansicht des Verbrennungsmotors, an dem das Kraftstoffespritzventil **1** montiert ist.

[0096] Ein Motorblock 101 eines Verbrennungsmotors 100 ist mit einem Zylinder 102 ausgebildet, und eine Einlassöffnung 103 und eine Auslassöffnung 104 sind am oberen Abschnitt des Zylinders 102 vorgesehen. Die Einlassöffnung 103 ist mit einem Ein-

lassventil 105 versehen, das die Einlassöffnung 104 öffnet und schließt, und die Auslassöffnung 104 ist mit einem Auslassventil 106 versehen, das die Auslassöffnung 104 öffnet und schließt. Ein Ansaugrohr 108 ist mit einem einlassseitigen Endabschnitt 107a eines Ansaugströmungskanals 107 verbunden, der im Motorblock 101 ausgebildet ist und mit der Einlassöffnung 103 in Verbindung steht.

[0097] Eine Kraftstoffleitung 110 ist mit der Kraftstoffzufuhröffnung 2c (siehe **Fig. 1**) des Kraftstoffeinspritzventils **1** verbunden.

[0098] Das Ansaugrohr 108 ist mit einem Befestigungsabschnitt 109 für das Kraftstoffeinspritzventil **1** ausgebildet, und der Befestigungsabschnitt 109 ist mit einer Einführöffnung 109a ausgebildet, in die das Kraftstoffeinspritzventil eingesetzt ist. Die Einführöffnung 109a durchdringt die Innenwandfläche des Ansaugrohrs 108 (Einlass-Strömungskanals), und der vom in die Einführöffnung 109a eingesetzten Kraftstoffeinspritzventil **1** eingespritzte Kraftstoff wird in den Ansaugströmungskanal eingespritzt. Im Falle eines bidirektionalen Sprays in einen Verbrennungsmotor, bei dem zwei Einlassöffnungen 103 im Motorblock 101 vorgesehen sind, werden die Kraftstoffeinspritzsprays zu den jeweiligen Einlassöffnungen 103 (Einlassventilen 105) hin eingespritzt.

[0099] Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung nicht auf das obige Ausführungsbeispiel beschränkt, und ein Teil der Konfiguration kann entfallen und eine andere Konfiguration, die nicht beschrieben ist, kann hinzugefügt werden. Hinsichtlich der Konfiguration, die in der Erläuterung des Ausführungsbeispiels sowie dessen Variationen beschrieben wurde, können diese außerdem in einem Bereich aufeinander angewendet werden, in dem sie nicht zueinander widersprüchlich sind.

[0100] Als Kraftstoffeinspritzventil, das auf dem oben erläuterten Ausführungsbeispiel basiert, können z. B. die folgenden Aspekte in Betracht gezogen werden.

[0101] Das heißt, gemäß einem Aspekt des Kraftstoffeinspritzventils umfasst dieses: einen Ventilsitz und einen Ventilkörper, die zusammen einen Kraftstoffkanal öffnen und schließen; ein bewegliches Element, das einen Ventilkörper, der an dessen einen Endabschnitt vorgesehen ist, und einen beweglichen Eisenkern umfasst, der an dessen anderen Endabschnitt vorgesehen ist; einen festen Eisenkern, der dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist und der den beweglichen Eisenkern durch Ausüben einer magnetischen Anziehungskraft zum beweglichen Eisenkern anzieht; und ein zylindrisches Element, das darin den festen Eisenkern und den beweglichen Eisenkern enthält, wobei der feste Eisenkern einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser auf einer

Außenumfangsfläche einer dem beweglichen Eisenkern zugewandten Seite umfasst, und wobei der bewegliche Eisenkern einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser auf einer Außenumfangsfläche an einer dem festen Eisenkern zugewandten Seite umfasst.

[0102] Gemäß einem bevorzugten Aspekt des Kraftstoffeinspritzventils entspricht ein Außendurchmesser einer zugewandten Stirnfläche des festen Eisenkerns, der zugewandten Stirnfläche, die dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist, einem Außendurchmesser einer zugewandten Stirnfläche des beweglichen Eisenkerns der zugewandten Stirnfläche, die dem festen Eisenkern zugewandt ist.

[0103] Gemäß einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns in einer sich verjüngenden Form so ausgebildet, dass sich ein Außendurchmesser des festen Eisenkerns zum beweglichen Eisenkern hin graduell reduziert.

[0104] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns durch eine zylindrische Fläche parallel zu einer Innenumfangsfläche des zylindrischen Elements ausgebildet.

[0105] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils eine sich verjüngende Fläche, in der sich ein Außendurchmesser des festen Eisenkerns in sich verjüngender Form von einem Abschnitt mit großem Durchmesser, der auf einen nicht-beweglichen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns ausgebildet ist, zur zylindrischen Fläche hin reduziert, zwischen dem Abschnitt mit großem Durchmesser und der zylindrischen Fläche ausgebildet.

[0106] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns in sich verjüngender Form so ausgebildet, dass sich ein Außendurchmesser des beweglichen Eisenkerns zum festen Eisenkern hin graduell reduziert.

[0107] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns durch eine zylindrische Fläche parallel zu einer Innenumfangsfläche des zylindrischen Elements ausgebildet.

[0108] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils

spritzventils eine sich verjüngende Fläche, in der sich ein Außendurchmesser des beweglichen Eisenkerns in sich verjüngender Form von einem Abschnitt mit großem Durchmesser, der an einer nicht-festen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Kerns ausgebildet ist, zur zylindrischen Fläche hin reduziert, zwischen dem Abschnitt mit großem Durchmesser und der zylindrischen Fläche ausgebildet ist

[0109] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt umfasst in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils der feste Eisenkern eine Fase an einem Innenumfangsrand seiner zugewandten Stirnfläche, die dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist, wobei der bewegliche Eisenkern eine Fase an einem Innenumfangsrand seiner zugewandten Stirnfläche aufweist, die dem festen Eisenkern zugewandt ist, und ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns in Richtung entlang einer Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils größer als ein Längenmaß der im festen Eisenkern ausgebildeten Fase sowie ein Längenmaß der im beweglichen Eisenkern ausgebildeten Fase in der Richtung entlang der Mittelachse ist.

[0110] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils das zylindrische Element aus magnetischem Material ausgebildet und mit einem nichtmagnetischen Abschnitt oder einem schwachmagnetischen Abschnitt an einem Außenumfangsabschnitt eines zugewandten Abschnitts versehen, an dem die zugewandte Stirnfläche des festen Eisenkerns und die zugewandte Stirnfläche des beweglichen Eisenkerns einander zugewandt sind, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns so ausgebildet ist, dass ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser in Richtung entlang einer Mittelachse des beweglichen Elements größer als das Längenmaß der im festen Eisenkern ausgebildeten Fase, sowie das Längenmaß der im beweglichen Eisenkern ausgebildeten Fase entlang der Mittelachse ist, und in einem Ventilschließzustand, bei dem der Ventilkörper in Kontakt mit dem Ventilsitz kommt, ein Längenmaß eines Raums zwischen einem Endabschnitt an einer nicht-beweglichen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns und einem Endabschnitt an einer nicht-festen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns größer als ein Längenmaß des nichtmagnetischen Abschnitts oder des schwachmagnetischen Abschnitts in der Richtung entlang der Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils ist.

[0111] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt umfasst in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils der feste Eisenkern eine Fase an einem Innenumfangsrand seiner zugewandten Stirn-

fläche, die dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist, wobei der bewegliche Eisenkern eine Fase an einem Innenumfangsrand seines zugewandten Endabschnitts umfasst, die dem festen Eisenkern zugewandt ist, und wobei ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns in Richtung entlang einer Mittelachse des beweglichen Eisenkerns größer als ein Längenmaß der im festen Eisenkern in Richtung entlang der Mittelachse ausgebildeten Fase ist sowie ein Längenmaß der im beweglichen Eisenkern in der Richtung entlang der Mittelachse ausgebildeten Fase ist.

[0112] Gemäß noch einem weiteren Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils das zylindrische Element aus magnetischem Material ausgebildet und mit einem nichtmagnetischen Abschnitt oder einem schwachmagnetischen Abschnitt an einem Außenumfangsabschnitt eines zugewandten Abschnitts versehen ist, an dem die zugewandte Stirnfläche des festen Eisenkerns und die zugewandte Stirnfläche des beweglichen Eisenkerns einander zugewandt sind, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns so ausgebildet ist, dass ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser in Richtung entlang einer Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils größer als ein Längenmaß der im festen Eisenkern ausgebildeten Fase sowie das Längenmaß der im beweglichen Eisenkern in Richtung entlang der Mittelachse ausgebildeten Fase ist, und in einem Ventilschließzustand, bei dem der Ventilkörper in Kontakt mit dem Ventilsitz kommt, ein Längenmaß eines Raums zwischen einem Endabschnitt auf einer nicht-beweglichen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns und einem Endabschnitt auf einer nicht-festen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns größer als ein Längenmaß des nichtmagnetischen Abschnitts oder des schwachmagnetischen Abschnitts in der Richtung entlang der Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils ist.

[0113] Gemäß noch einem weiteren bevorzugten Aspekt ist in jedem der Aspekte des Kraftstoffeinspritzventils der nichtmagnetische Abschnitt oder der schwachmagnetische Abschnitt des zylindrischen Elements aus einem Element ausgebildet, das sich von dem des zylindrischen Elements unterscheidet, das aus dem magnetischen Material gebildet ist.

Bezugszeichenliste

1	Kraftstoffeinspritzventil
1a	Mittelachse
5	zylindrischer Körper
5e	Innenumfangsfläche (stromaufwärtsseitige Führungsfläche) des zylindrischen Körpers 5

25	fester Eisenkern	einen festen Eisenkern, der dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist und der den beweglichen Eisenkern durch Ausüben einer magnetischen Anziehungskraft zum beweglichen Eisenkern anzieht; und ein zylindrisches Element, das darin den festen Eisenkern und den beweglichen Eisenkern umfasst, wobei der feste Eisenkern einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser auf einer Außenumfangsfläche an einer dem beweglichen Eisenkern zugewandten Seite umfasst, und
25b	untere Stirnfläche (Stirnfläche, die dem beweglichen Eisenkern 27a zugewandt ist) des festen Eisenkerns 25	wobei der bewegliche Eisenkern einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser auf einer Außenumfangsfläche an einer dem festen Eisenkern zugewandten Seite umfasst.
25m	Magnetdrosselabschnitt oder sich verjüngende Fläche	
25n	geneigte Fläche	
25s	Raum, der zwischen der Innenumfangsfläche 5e des zylindrischen Körpers 5 und dem festen Eisenkern 25 gebildet ist	
27	bewegliches Element	
27a	beweglicher Eisenkern	2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei ein Außendurchmesser einer zugewandten Stirnfläche des festen Eisenkerns, der zugewandten Stirnfläche, die dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist, einem Außendurchmesser einer zugewandten Stirnfläche des beweglichen Eisenkerns, der zugewandten Stirnfläche, die dem festen Eisenkern zugewandt ist, entspricht.
27ab	obere Stirnfläche (Stirnfläche, die dem festen Eisenkern 25 zugewandt ist) des beweglichen Eisenkerns 27a	
27ac	Außenumfangsfläche des beweglichen Eisenkerns 27a	
27ad	untere Stirnfläche des beweglichen Eisenkerns 27a	
27am	Magnetdrosselabschnitt oder sich verjüngende Fläche	3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns in einer sich verjüngenden Form so ausgebildet ist, dass sich ein Außendurchmesser des festen Eisenkerns zum beweglichen Eisenkern hin graduell reduziert.
27an	geneigte Fläche	
27as	Raum, der zwischen der Innenumfangsfläche 5e des zylindrischen Körpers 5 und dem beweglichen Eisenkern 27a gebildet ist	4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns durch eine zylindrische Fläche parallel zu einer Innenumfangsfläche des zylindrischen Elements gebildet ist.
27c	Ventilkörper	
27l	Mittelachse des beweglichen Elements 27	
33	Joch	5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, wobei eine sich verjüngende Fläche, in der sich ein Außendurchmesser des festen Eisenkerns in sich verjüngender Form von einem Abschnitt mit großem Durchmesser, der auf einer nicht-beweglichen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns ausgebildet ist, zur zylindrischen Fläche hin reduziert, zwischen dem Abschnitt mit großem Durchmesser und der zylindrischen Fläche ausgebildet ist.
33a	Abschnitt mit großem Durchmesser des Jochs 33	
33b	Abschnitt mit kleinem Durchmesser des Jochs 33	
33c	abgestufter Abschnitt des Jochs 33	
50A	stromabwärtsseitiger Führungsabschnitt	6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns in sich verjüngender Form so ausgebildet ist, dass sich ein Außendurchmesser des beweglichen Eisenkerns zum festen Eisenkern hin graduell reduziert.
50B	stromaufwärtsseitiger Führungsabschnitt	7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns durch eine zylindrische Fläche parallel zu einer Innenumfangsfläche des zylindrischen Elements ausgebildet ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil, umfassend: einen Ventilsitz und einen Ventilkörper, die zusammen einen Kraftstoffkanal öffnen und schließen; ein bewegliches Element, das den Ventilkörper, der an dessen einen Endabschnitt vorgesehen ist, und einen beweglichen Eisenkern umfasst, der an dessen anderen Endabschnitt vorgesehen ist;

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, wobei eine sich verjüngende Fläche, in der sich ein Außendurchmesser des beweglichen Eisenkerns in sich verjüngender Form von einem Abschnitt mit großem Durchmesser, der an einer nicht-festen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns ausgebildet ist, zur zylindrischen Fläche hin reduziert, zwischen dem Abschnitt mit großem Durchmesser und der zylindrischen Fläche ausgebildet ist.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei der feste Eisenkern eine Fase an einem Innenumfangsrand seiner zugewandten Stirnfläche aufweist, die dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist, wobei der bewegliche Eisenkern eine Fase an einem Innenumfangsrand seiner zugewandten Stirnfläche aufweist, die dem festen Eisenkern zugewandt ist, und wobei ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns in Richtung entlang einer Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils größer als ein Längenmaß der im festen Eisenkern ausgebildeten Fase sowie ein Längenmaß der im beweglichen Eisenkern ausgebildeten Fase in der Richtung entlang der Mittelachse ist.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 9, wobei das zylindrische Element aus magnetischem Material ausgebildet ist und mit einem nichtmagnetischen Abschnitt oder einem schwachmagnetischen Abschnitt an einem Außenumfangsabschnitt eines zugewandten Abschnitts versehen ist, an dem die zugewandte Stirnfläche des festen Eisenkerns und die zugewandte Stirnfläche des beweglichen Eisenkerns einander zugewandt sind, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns so ausgebildet ist, dass ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser in Richtung entlang einer Mittelachse des beweglichen Elements größer als das Längenmaß der im festen Eisenkern ausgebildeten Fase sowie das Längenmaß der im beweglichen Eisenkern ausgebildeten Fase in Richtung entlang der Mittelachse ist, und wobei in einem Ventilschließzustand, bei dem der Ventilkörper in Kontakt mit dem Ventilsitz kommt, ein Längenmaß eines Raums zwischen einem Endabschnitt auf einer nicht-beweglichen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns und einem Endabschnitt auf einer nicht-festen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns größer als ein Längenmaß des nichtmagnetischen Abschnitts oder des schwachmagnetischen Abschnitts in Richtung entlang der Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils ist.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, wobei der feste Eisenkern eine Fase an einem Innenum-

fangsrand seiner zugewandten Stirnfläche umfasst, die dem beweglichen Eisenkern zugewandt ist, wobei der bewegliche Eisenkern eine Fase an einem Innenumfangsrand seines zugewandten Endabschnitts umfasst, die dem festen Eisenkern zugewandt ist, und

wobei ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns in Richtung entlang einer Mittelachse des beweglichen Elements größer als ein Längenmaß der im festen Eisenkern ausgebildeten Fase sowie ein Längenmaß der im beweglichen Eisenkern in der Richtung entlang der Mittelachse ausgebildeten Fase ist.

12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 11, wobei das zylindrische Element aus magnetischem Material ausgebildet ist und mit einem nichtmagnetischen Abschnitt oder einem schwachmagnetischen Abschnitt an einem Außenumfangsabschnitt eines zugewandten Abschnitts versehen ist, an dem die zugewandte Stirnfläche des festen Eisenkerns und die zugewandte Stirnfläche des beweglichen Eisenkerns einander zugewandt sind, wobei der Abschnitt mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns so ausgebildet ist, dass ein Längenmaß des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser in Richtung entlang einer Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils größer als das Längenmaß der im festen Eisenkern ausgebildeten Fase ist sowie das Längenmaß der im beweglichen Eisenkern in Richtung entlang der Mittelachse ausgebildeten Fase ist, und wobei in einem Ventilschließzustand, bei dem der Ventilkörper in Kontakt mit dem Ventilsitz kommt, ein Längenmaß eines Raums zwischen einem Endabschnitt auf einer nicht-beweglichen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des festen Eisenkerns und einem Endabschnitt auf einer nicht-festen Eisenkernseite des Abschnitts mit reduziertem Durchmesser des beweglichen Eisenkerns größer als ein Längenmaß des nichtmagnetischen Abschnitts oder des schwachmagnetischen Abschnitts in Richtung entlang der Mittelachse des Kraftstoffeinspritzventils ist.

13. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10 oder 12, wobei der nichtmagnetische Abschnitt oder der schwachmagnetische Abschnitt des zylindrischen Elements aus einem Element ausgebildet ist, das sich von dem des zylindrischen Elements unterscheidet, das aus dem magnetischen Material gebildet ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

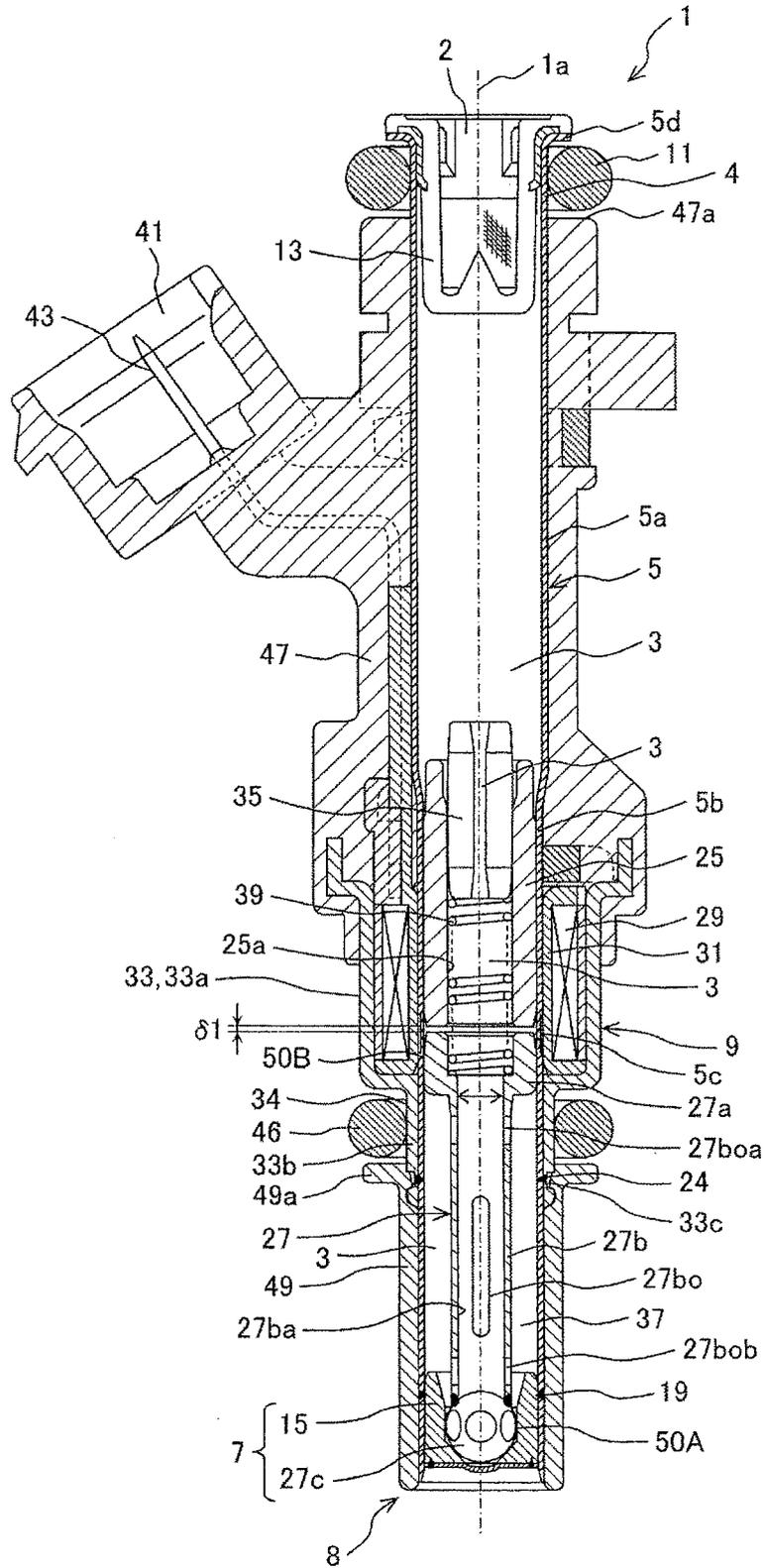


FIG. 2

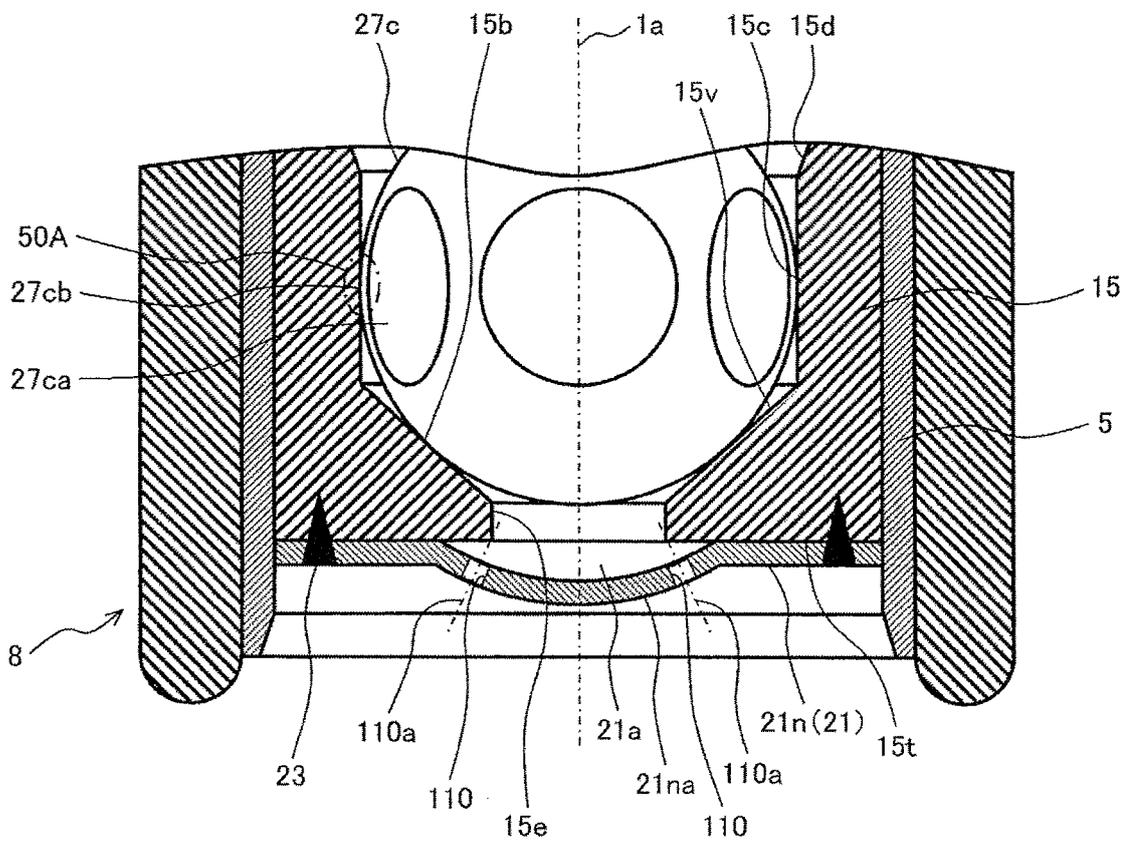


FIG. 5

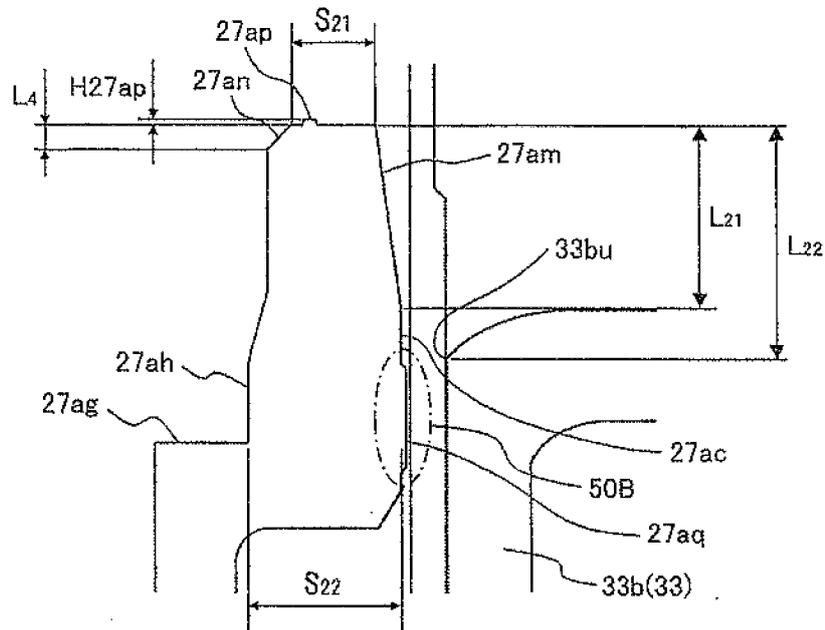


FIG. 6

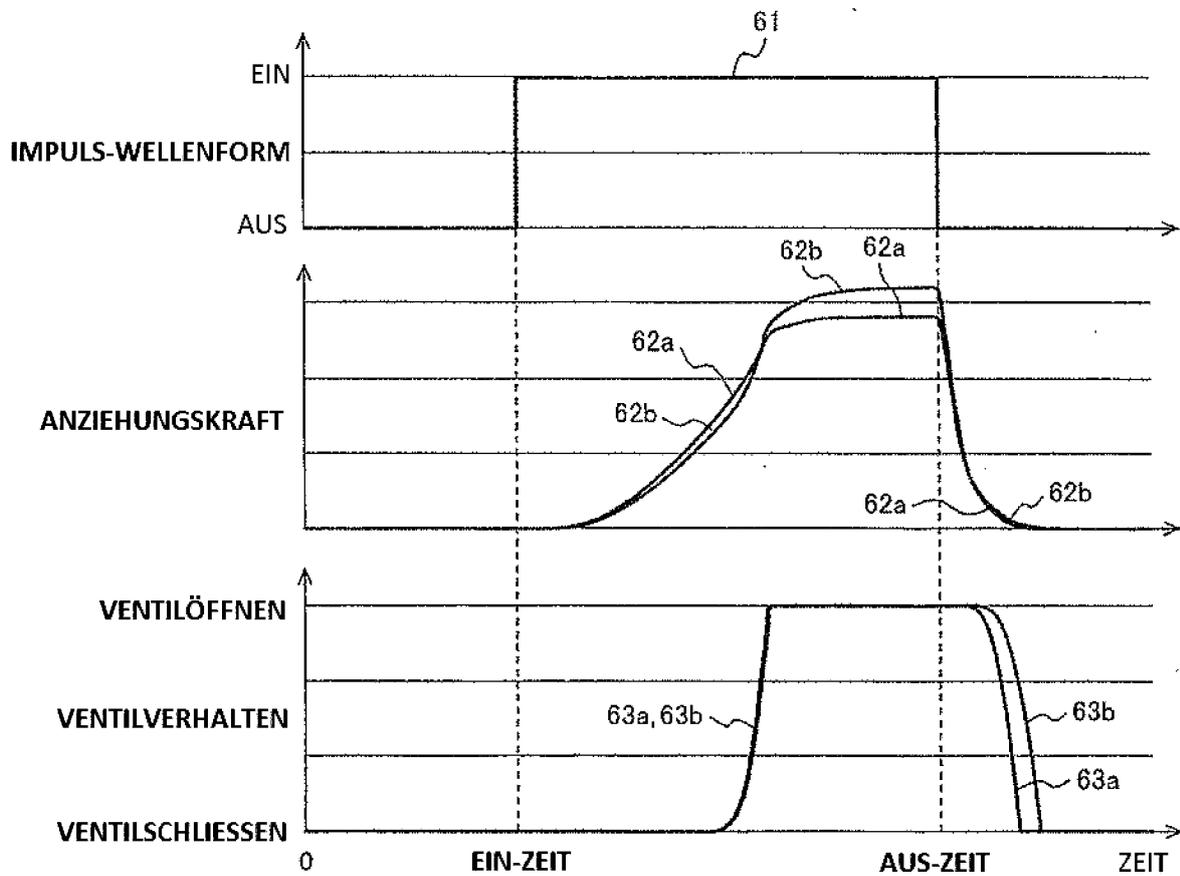


FIG. 7

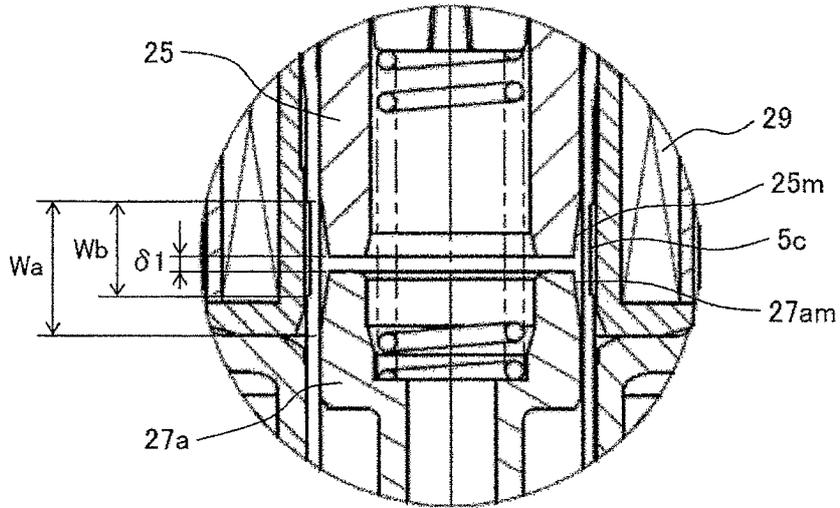


FIG. 8

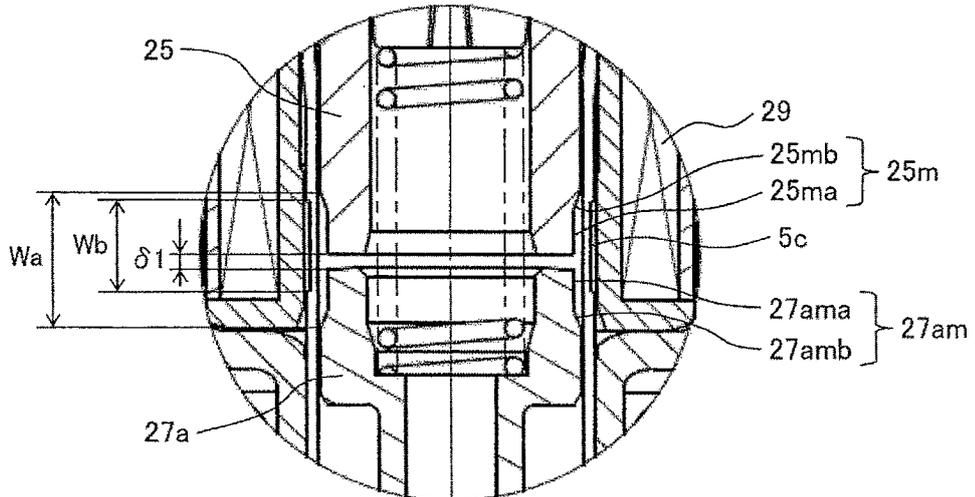


FIG. 9

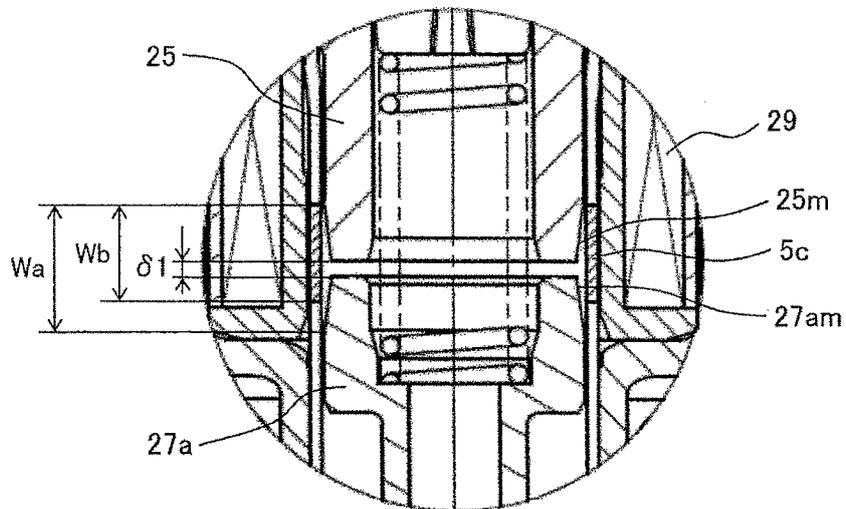


FIG. 10

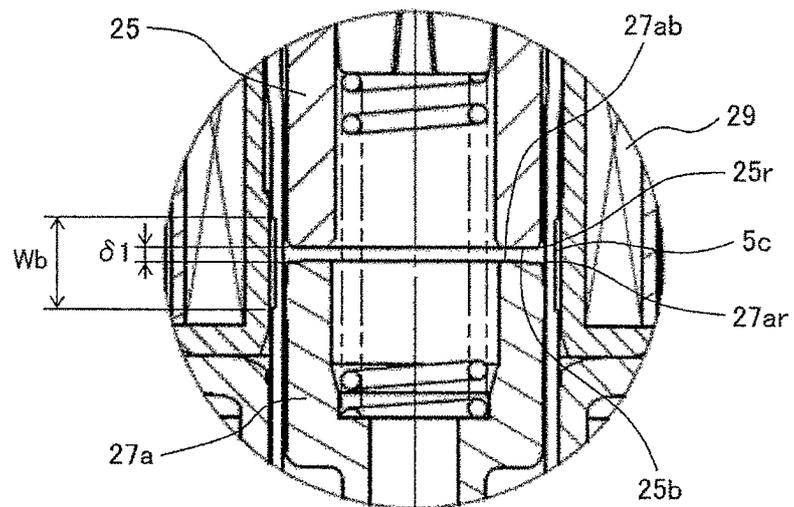


FIG. 11

