



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 306 545 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.05.2003 Patentblatt 2003/18

(51) Int Cl.7: **F02M 59/46, F02M 47/02**

(21) Anmeldenummer: **02022596.7**

(22) Anmeldetag: **09.10.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Finke, Uwe**
71263 Weil der Stadt (DE)
• **Bauer, Tibor**
70806 Kornwestheim (DE)

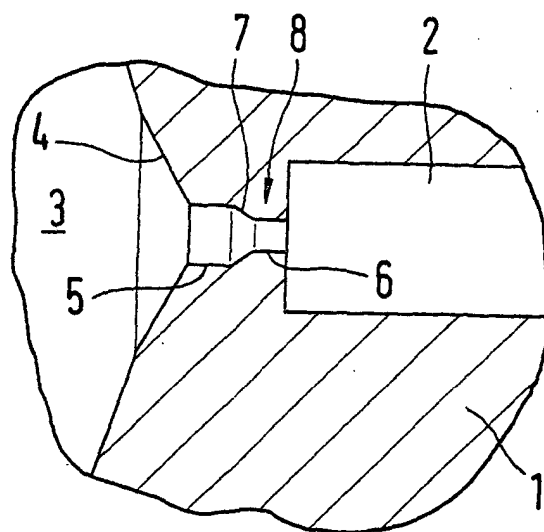
(30) Priorität: **23.10.2001 DE 10152173**

(54) **Magnetventil zur Steuerung eines Einspritzventils**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Magnetventil zur Steuerung eines Einspritzventils einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Ventalnadel, deren Öffnungs- und Schließstellung durch das Magnetventil steuerbar sind. Das Magnetventil weist eine Ventilkugel auf, die auf einem Ventilsitz (4) aufliegt und bei Bestromung des Magnetventils vom Ventilsitz (4) abhebt. Der Ventilsitz (4) steht über eine Bohrung (8) mit dem Einspritzventil in Fluidverbindung, wobei bei einem Abheben der Ventilkugel vom Ventilsitz (4) ein Druckmedium

wie Kraftstoff unter Hochdruck über die Bohrung (8) in einen Entlastungsraum (3) des Magnetventils fließt. Dies führt im weiteren Verlauf zum Öffnen des Injektors. Um das Ausbilden von Kavitationsblasen und die hierdurch hervorgerufene Schäden zu verhindern, wird vorgeschlagen, daß die Bohrung (8) zumindest zum Teil einen oder mehrere in Richtung Ventilsitz (4) sich kontinuierlich im Querschnitt verbreiternde Abschnitte (7; 9, 11) aufweist. Einem Strömungsabriß aufgrund scharfer Übergangskanten, der Kavitationsblasen verursachen kann, wird auf diese Weise entgegengewirkt.

FIG. 2



EP 1 306 545 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Magnetventil zur Steuerung eines Einspritzventils gemäß Oberbegriff des Hauptanspruchs. Derartige Magnetventile dienen zur Steuerung eines Einspritzventils einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Ventalnadel, deren Öffnungs- und Schließstellung durch das Magnetventil steuerbar sind.

[0002] Das Magnetventil weist eine Ventilkugel auf, die bei Bestromung der Magnetgruppe des Magnetventils abhebt und einen Ventilsitz öffnet. Dieser Ventilsitz steht über eine Bohrung in Fluidverbindung mit dem Steuerdruckraum des Einspritzventils. Bei einem Öffnen des Ventilsitzes baut sich der Druck im Druckraum des Einspritzventils ab, wobei Fluid (Druckmedium) über die Bohrung in Richtung Ventilsitz und weiter in einen Entlastungsraum strömt. In Folge kommt es zum Öffnen der Ventalnadel bzw. Öffnen des Injektors.

[0003] Nach dieser bekannten Arbeitsweise arbeitet der Common-Rail-Injektor (CRI), wobei eine Haupt- und eine Voreinspritzung bei sehr kurzen Einspritzzeiten realisiert werden können. Ein derartiges Magnetventil ist beispielsweise aus der DE 196 50 865 A1 bekannt.

[0004] Es hat sich gezeigt, daß am Ventilsitz des Ventilstücks bei Testläufen z.T. massive Schäden auftreten können, die durch Kavitation verursacht sind. Die im Ventilstück verlaufende Bohrung besteht zunächst aus einer sogenannten zylindrischen A-Drossel, die sich über eine Vorbohrung an den Steuerdruckraum des Einspritzventils anschließt, und aus der darauffolgenden zylindrischen Diffusorbohrung, die zum Ventilsitz führt. Die Kavitationsschäden treten im Bereich des abrupten Übergangs Diffusorbohrung/Ventilsitz auf. Durch diese Schädigungen kommt es zu einem "Unterspülen" der Sitzkante. Mit zunehmendem Schädigungsgrad kommt es zum Ausbrechen dieser Kante und damit zum Totalausfall des Injektors. Damit verbunden ist das Liegenbleiben des Fahrzeugs. Um das beschriebene Problem zu lösen, muß die Bildung der Kavitationsblasen vermindert und der Ort der Implosion etwaiger verbleibender Blasen an eine Stelle verlagert werden, an der diese keinen Einfluß mehr auf die korrekte Injektor-Funktion haben.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Magnetventil gemäß Hauptanspruch weist eine Bohrung auf, die zumindest zum Teil einen oder mehrere in Richtung Ventilsitz sich kontinuierlich im Querschnitt verbreiternde Abschnitte beinhaltet. Hierdurch werden scharfkantige Übergänge innerhalb der Bohrung, insbesondere im Übergangsbereich von A-Drossel zur Diffusorbohrung, vermieden. Günstig ist eine konische Geometrie des sich verbreiternden Abschnitts.

[0006] Es hat sich nämlich gezeigt, daß beim Durchströmen des Fluids (Druckmedium) durch die sogenannte A-Drossel an der stromabwärts befindlichen, fertigungstechnisch bedingten, scharfkantigen Austrittskante zur Diffusorbohrung ein starker Strömungsabriß erfolgt. Dort können sich dann Totwasser- und Rezirkulationsgebiete ausbilden. Diese führen unter Umständen zu Schwankungen in der Reproduzierbarkeit der durchströmenden Menge des Fluids sowie zur Bildung von Unterdruckzonen und Kavitationsblasen.

[0007] Im weiteren Verlauf der Bohrung legt sich die Strömung wieder an die Bohrungswandung an. Kurz vor der im weiteren Verlauf stromabwärts folgenden Drosselstelle am Ventilsitz steigt der Druck im Medium wieder an und die im Flüssigkeitsstrom schwimmenden Kavitationsblasen implodieren und rufen, sofern dies an der Wand des Strömungskanals geschieht, die genannten Kavitationsschäden hervor.

[0008] Durch die erfindungsgemäß ausgestaltete Bohrung des Magnetventils wird die Strömungsgeometrie im Ventilstück derart geändert, daß ein nahezu turbulenzfreier Übergang des Mediums von der A-Drossel zum Ventilsitz ohne die beschriebenen negativen Auswirkungen erreicht werden kann.

[0009] Besonders vorteilhaft ist, wenn der Übergang von der A-Drossel zur Diffusorbohrung mit kontinuierlich sich erweiternden Querschnitt ausgebildet wird, so daß die Bohrung insgesamt aus drei ineinander übergehenden Abschnitten besteht. Es kann durch diese Maßnahme ein Abreißen der Strömung an der bisher vorhandenen scharfkantigen Austrittskante verhindert werden.

[0010] Es hat sich weiterhin gezeigt, daß es vorteilhaft ist, wenn die Bohrung in drei Abschnitte, nämlich A-Drossel und Diffusorbohrung anschließend den im Querschnitt verbreiternden Abschnitt und die Diffusorbohrung, unterteilt wird, wobei A-Drossel und Diffusorbohrung im wesentlichen die gleiche Länge aufweisen. Bei bisherigen Ausgestaltungen schließt sich die A-Drossel unmittelbar an die Diffusorbohrung an, wobei letztere eine größere Länge als erstere aufweist. In der vorliegenden Ausgestaltung können sowohl die A-Drossel als auch die Diffusorbohrung deutlich verkürzt werden, wodurch der Druck insbesondere in der Diffusorbohrung erniedrigt wird. Zusammen mit dem im Querschnitt sich kontinuierlich verbreiternden beispielsweise konischen Übergangsbereich zwischen A-Drossel und Diffusorbohrung erhält man eine optimale Form des Strömungskanals, in dem keine Kavitationsblasen ausgebildet oder Implosionen dieser Blasen beobachtet werden.

[0011] In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung weist die dem Ventilsitz vorangehende Bohrung mehrere, insbesondere konisch sich in Richtung Ventilsitz verbreiternde Abschnitte auf. Einen guten Strömungsverlauf kann man erhalten, wenn den beiden zylindrischen Bohrungen, nämlich A-Drossel und Diffusorbohrung, jeweils ein konisch ausgebildeter Abschnitt folgt. Hierdurch kann insbesondere die Länge der (zylindrischen) Diffusorbohrung herabgesetzt werden, so dass der

Druckanstieg innerhalb der Diffusorbohrung nicht mehr ausreicht, um etwaige entstandene Kavitationsblasen implodieren zu lassen. Die sich den zylindrischen Bohrungen anschließenden konischen Abschnitte verhindern, wie bereits erwähnt, einen Strömungsabriß und damit die Ursache der Ausbildung von Kavitationsblasen.

[0012] Die Öffnungswinkel der in Richtung Ventilsitz aufeinanderfolgenden konischen Abschnitte nehmen geeigneterweise zu, so dass ein schrittweiser Übergang auf den Öffnungswinkel des Ventilsitzes erfolgen kann. Dies bewirkt einen äußerst günstigen Strömungsverlauf.

[0013] Die sich im Querschnitt kontinuierlich verbreiternden Abschnitte können auf einfache mechanische Weise dadurch erzeugt werden, daß der Übergang zwischen den Bohrungen, wie A-Drossel und Diffusorbohrung, jeweils verrundet wird. Dadurch wird die bisher existierende scharfe Kante eines Übergangs bereits bei der Herstellung so bearbeitet, daß ein optimaler Strömungskanal geschaffen werden kann.

Zeichnung

[0014] Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung nachfolgend zusammen mit den beigefügten Figuren erläutert werden.

[0015] Es zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch das Ventilstück eines Magnetventils in der bisherigen Ausführungsform,

Figur 2 den Schnitt durch das Ventilstück eines erfindungsgemäßen Magnetventils und

Figur 3 den Schnitt durch eine weitere Ausführungsform eines Ventilstücks eines erfindungsgemäßen Magnetventils.

[0016] In Figur 1 ist die bisherige Ausführung eines Ventilstücks 1 eines Magnetventils zur Steuerung eines Einspritzventils dargestellt. Die Bohrung 2 führt zum Steuerdruckraum des Einspritzventils und steht über eine weitere Drosselbohrung mit dem Ventilsitz 4 des Entlastungsraumes 3 des Magnetventils in Fluidverbindung. Die Drosselbohrung ist aus der sogenannten A-Drossel 6 und der darauffolgenden Diffusorbohrung 5 gebildet, wobei an der Übergangsstelle zwischen den zylindrischen Bohrungen eine abrupte Querschnittsänderung auftritt.

[0017] Bei Bestromung des Magnetventils hebt eine nicht dargestellte Ventilkugel im Entlastungsraum 3 vom Ventilsitz 4 ab, wodurch sich der Druck im Ventilraum in Richtung Ventilkugel abbauen kann, indem ein Druckmedium, zumeist Kraftstoff unter Hochdruck, von der Bohrung 2 über die Drosselbohrung in den Entlastungsraum 3 strömt. Der hierdurch verursachte Druckabfall in

der Bohrung 2 sich stromaufwärts anschließenden Steuerdruckraum führt dazu, daß die Ventilsitznadel des Einspritzventils sich öffnet und Kraftstoff unter Hochdruck eingespritzt wird.

[0018] In Figur 1 wird das Gebilde aus A-Drossel 6 und Diffusorbohrung 5 hier als Drosselbohrung bezeichnet. Bei einem Hindurchströmen von Fluid (Druckmedium wie Kraftstoff unter Hochdruck) durch diese Drosselbohrung findet an der scharfen Kante des Übergangs von A-Drossel 6 zur Diffusorbohrung 5 ein Abreißen der Strömung statt. Dies führt zu Turbulenzen mit sich ausbildenden Totwasser- und Rezirkulationsgebieten. Das Auseinanderreißen der Strömung läßt Kavitationsblasen entstehen, die in Hochdruckgebieten stark verdichtet werden, woraus die Gefahr der Implosion resultiert. In der Nähe des Ventilsitzes implodierende Kavitationsblasen können Beschädigungen verursachen, die im weiteren Verlauf zu einem "Unterspülen" des Ventilsitzes 4 führen können, mit der Folge, daß das ordnungsgemäße Öffnen und Schließen des Magnetventils und damit des Injektors nicht mehr garantiert werden können.

[0019] Figur 2 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Magnetventils im Bereich des Ventilsitzes 4. Gleiche Teile aus der Figur 1 sind in Figur 2 mit denselben Bezugszeichen versehen. Erfindungsgemäß ist ein Abschnitt 7 mit sich kontinuierlich erweiterndem Querschnitt in der Drosselbohrung zwischen der zum Steuerdruckraum führenden Bohrung 2 und dem Entlastungsraum 3 vorgesehen. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Abschnitt 7 durch ein Verfahren zum Verrunden des Bohrungsübergangs zwischen A-Drossel 6 und Diffusorbohrung 5 hergestellt. Gleichzeitig sind sowohl die A-Drossel 6 als auch die Diffusorbohrung 5 im Vergleich zur bekannten Ausführung gemäß Figur 1 deutlich verkürzt. Die Strömungsgeometrie kann durch diese Maßnahmen in einer Weise verbessert werden, daß Kavitationsschäden weitestgehend vermieden werden. Dadurch trägt die Erfindung erheblich zur Ausfallsicherheit derartiger Ventile, wie sie für Common-Rail-Injektoren verwendet werden, bei.

[0020] Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Magnetventils im Bereich des Ventilsitzes 4 zeigt Fig. 3. Bei dieser Ausgestaltung schließt sich an die zum Steuerdruckraum des Einspritzventils führende Bohrung 2 wiederum die sogenannte A-Drossel 6 als zylindrische Bohrung mit deutlich vermindertem Querschnitt an. Hier folgt erfindungsgemäß ein erster konischer Abschnitt 9 mit Öffnungswinkel α . Daran schließt sich eine im Vergleich zu früheren Ausführungsformen (siehe Fig. 1) deutlich verkürzte Diffusorbohrung 10 von zylindrischer Gestalt an. Bei dieser Ausführungsform ist auch die Diffusorbohrung 10 von einem sich im Querschnitt konisch erweiternden Abschnitt 11 gefolgt, der im Ventilsitz 4 mündet. Der konische Abschnitt 11 weist einen Öffnungswinkel β auf.

[0021] Bei dem vorliegenden Beispiel ist der Öffnungswinkel α zu 50° , der Winkel β zu 60° gewählt. Ins-

gesamt wird hierdurch der Öffnungswinkel des Strömungskanals sukzessive erweitert, um dann in den Ventilsitz überzugehen. Durch diese Maßnahme kann der Strömungsverlauf äußerst günstig beeinflusst werden. Die Kombination mit der stark verkürzten Diffusorbohrung 10 vermeidet zu starke Druckanstiege, die eventuell vorhandene Kavitationsblasen implodieren lassen könnten. Die komplette Kontur des Strömungskanals der Bohrung 8 ist in Fig. 3 schematisch dargestellt und mit dem Bezugszeichen 12 bezeichnet.

[0022] Vorliegende Erfindung ist bei beliebigen Bohrungsquerschnitten einsetzbar, wobei selbstverständlich auch mehr als zwei sich im Querschnitt verbreiternde Abschnitte innerhalb der Bohrung 8 zweckmäßig sein können. In der Praxis hat sich gezeigt, dass der in Fig. 3 gezeigte Aufbau ausreichend ist, um das Auftreten von Kavitationsschäden zu verhindern und somit die Funktionssicherheit insbesondere von Common-Rail-Injektoren zu erhöhen.

5

10

15

20

6. Magnetventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungswinkel (α , β) aufeinanderfolgender sich im Querschnitt verbreiternder Abschnitte (9, 11) in Richtung Ventilsitz (4) zunehmen.

7. Magnetventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die sich kontinuierlich im Querschnitt verbreiternden Abschnitte (9, 11) durch Verrundung zweier Bohrungsübergänge hergestellt sind.

Patentansprüche

1. Magnetventil zur Steuerung eines Einspritzventils einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung, wobei das Magnetventil eine Ventilkugel aufweist, die auf einen Ventilsitz (4) eines Entlastungsraums (3) aufbringbar ist, der über eine Bohrung (8) mit dem Steuerdruckraum des Einspritzventils in Fluidverbindung steht, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bohrung (8) zumindest zum Teil einen oder mehrere in Richtung Ventilsitz (4) sich kontinuierlich im Querschnitt verbreiternde Abschnitte (7; 9, 11) aufweist.
2. Magnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bohrung (8) aus drei ineinander übergehenden Abschnitten (5, 7, 6) besteht, von denen sich zumindest der mittlere Abschnitt (7) kontinuierlich im Querschnitt verbreitert.
3. Magnetventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die dem mittleren Abschnitt (7) benachbarten Abschnitte (5, 6) im wesentlichen die gleiche Länge aufweisen.
4. Magnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bohrung (8) zwei sich im Querschnitt kontinuierlich verbreiternde Abschnitte (9, 11) aufweist, die sich jeweils einen Abschnitt (6, 10) konstanten Durchmessers anschließen.
5. Magnetventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die sich kontinuierlich verbreiternden Abschnitte (7; 9, 11) konische Gestalt besitzen.

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

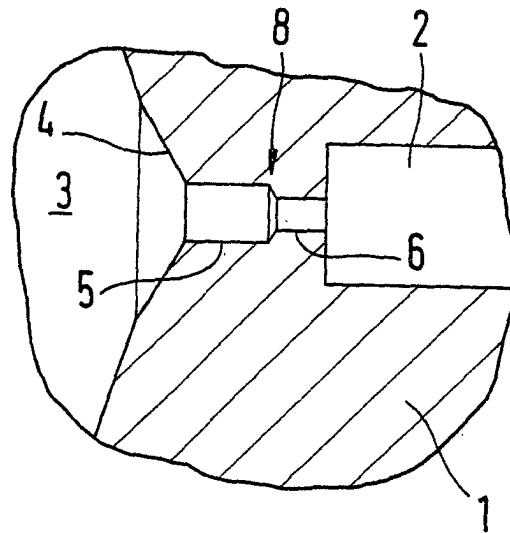


FIG. 2

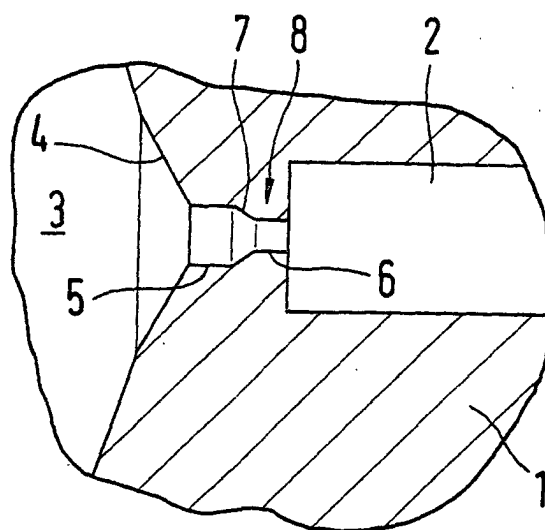


FIG. 3

