



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 24 248 T2** 2006.05.11

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 076 769 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 24 248.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/09669**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 922 774.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/057430**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.05.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **11.11.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.02.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **16.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.05.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02M 57/02 (2006.01)**

**F02M 47/02 (2006.01)**

**F02M 47/04 (2006.01)**

**F02M 59/46 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**72318 04.05.1998 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:

**Sturman, Oded E., Woodland Park, Col., US**

(72) Erfinder:

**Sturman, Oded E., Woodland Park, Colorado  
80863, US**

(74) Vertreter:

**Schröter, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 58636 Iserlohn**

(54) Bezeichnung: **HYDRAULISCH ANGETRIEBENE PUMPENDÜSE OHNE FEDER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Pumpendüse für Verbrennungsmotoren.

**2. Beschreibung des Standes der Technik**

**[0002]** Pumpendüsen dienen dem Zuführen von druckbeaufschlagtem Kraftstoff in den Brennraum eines Verbrennungsmotors. [Fig. 1](#) zeigt ein Kraftstoffeinspritzsystem **10** nach dem Stand der Technik. Das Einspritzsystem enthält eine Düse **12**, die über eine Druckübersetzerkammer **16** mit einem Kraftstoffeinlassport **14** in strömungsmäßiger Verbindung steht. Die Druckübersetzerkammer **16** enthält einen Druckübersetzerkolben **18**, der das Volumen der Kammer **16** verringert und den Druck des darin befindlichen Kraftstoffs erhöht. Der druckbeaufschlagte Kraftstoff wird durch die Düse **12** in den Brennraum eines Motors abgegeben.

**[0003]** Der Druckübersetzerkolben **18** wird durch ein Arbeitsfluid bewegt, welches durch ein Tellerventil **20** gesteuert wird. Das Arbeitsfluid tritt durch einen Einlassport **22** in die Pumpendüse ein. Das Tellerventil **20** ist mit einer Magnetspule **24** verbunden, die selektiv so angesteuert werden kann, dass sie das Ventil **20** in eine geöffnete Position zieht. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, übt das Arbeitsfluid einen Druck auf den Druckübersetzerkolben **18** aus, wenn die Magnetspule **24** das Tellerventil **20** öffnet. Der Druck des Arbeitsfluids bewegt den Kolben **18** und beaufschlagt den Kraftstoff mit Druck. Wenn der Strom zur Magnetspule **24** abgeschaltet wird, so führen mechanische Federn **26** und **28** das Tellerventil **20** und den Druckübersetzerkolben **18** in ihre Ausgangspositionen zurück. Eine Feder **30** führt ein Nadelventil **32** in eine geschlossene Position zurück, um die Düse **12** zu schließen.

**[0004]** US-Patent Nr. 5,460,329 offenbart eine Pumpendüse mit einem Doppelmagnetspulen-Dreiweg- oder -Vierwegschieberventil, das den Fluss eines Arbeitsfluids steuert, welches zum Bewegen eines Druckübersetzerkolbens der Pumpendüse verwendet wird. Es wird ein Nadelventil offenbart, das durch den Druck eines Arbeitsfluids in einer Rücklaufkammer oberhalb des Nadelventils in eine geschlossene Position gedrängt wird.

**[0005]** Pumpendüsen mit mechanischen Rückholfedern sind wegen der langsamen Reaktionszeit der Rückholfedern relativ langsam. Außerdem erzeugt die Federkonstante der Tellerfeder eine zusätzliche Kraft, die durch die Magnetspule überwunden werden muss. Folglich muss der Magnetspule genügend Strom zugeführt werden, um die Federkraft und die

Trägheit des Ventils zu überwinden. Höhere Ströme erzeugen zusätzliche Wärme, die der Lebensdauer und der Leistung der Magnetspule abträglich ist. Des Weiteren kann sich infolge von allmählicher Verformung und Materialermüdung die Federkonstante der Federn im Lauf der Zeit verändern. Die Veränderung der Federkonstante führt im Verlauf der Lebensdauer der Pumpendüse zu schwankenden Leistungswerten. Es wäre wünschenswert, eine Pumpendüse bereitzustellen, die ohne mechanische Rückholfedern auskommt.

**KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Pumpendüse nach Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum selektiven Bewegen eines Rückschlagventils einer Pumpendüse nach Anspruch 9 bereitgestellt.

**[0007]** Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine Pumpendüse mit einem Rückschlagventil, das durch ein Steuerfluid hydraulisch gesteuert wird. Ein Kraftstoffvolumen wird in einer Kraftstoffkammer der Pumpendüse mittels eines Druckübersetzers druckbeaufschlagt. Das Rückschlagventil steuert den Kraftstofffluss aus der Kraftstoffkammer durch eine Düsenöffnung eines Ventilkörpers. Der Fluss des Steuerfluids wird durch ein Steuerventil gesteuert, das sich zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegen kann. Wenn sich das Steuerventil in seiner ersten Position befindet, so erzeugt das Steuerfluid eine hydraulische Kraft, die das Rückschlagventil in eine geschlossene Position bewegt. Wenn sich das Steuerventil in seiner zweiten Position befindet, so bewegt das Steuerfluid das Rückschlagventil in eine geöffnete Position.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0008]** [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsansicht einer Pumpendüse nach dem Stand der Technik.

**[0009]** [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht der Pumpendüse nach dem Stand der Technik, wie sie gerade Kraftstoff einspritzt.

**[0010]** [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform einer Pumpendüse der vorliegenden Erfindung.

**[0011]** [Fig. 4](#) ist eine Ansicht ähnlich der von [Fig. 3](#), welche die Pumpendüse beim Einziehen von Kraftstoff zeigt.

**[0012]** [Fig. 5](#) ist eine Ansicht ähnlich der von [Fig. 3](#), welche die Pumpendüse beim Ausspritzen von Kraftstoff zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFIN-  
DUNG

**[0013]** Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine Pumpendüse mit einem Rückschlag- oder Nadelventil, das durch ein Steuerfluid hydraulisch gesteuert wird. Ein Kraftstoffvolumen wird in einer Kraftstoffkammer der Pumpendüse mittels eines Druckübersetzers druckbeaufschlagt. Das Rückschlagventil steuert den Kraftstofffluss aus der Kraftstoffkammer durch eine oder mehrere Düsenöffnungen eines Ventilkörpers. Der Fluss des Steuerfluids wird durch ein Steuerventil gesteuert, das sich zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegen kann. Wenn sich das Steuerventil in seiner ersten Position befindet, so erzeugt das Steuerfluid eine hydraulische Kraft, die das Rückschlagventil in eine geschlossene Position bewegt. Wenn sich das Steuerventil in seiner zweiten Position befindet, so bewegt das Steuerfluid das Rückschlagventil in eine geöffnete Position, damit der druckbeaufschlagte Kraftstoff aus der bzw. den Düsenöffnungen ausgespritzt werden kann. Der Druckübersetzer kann auch durch ein Steuerventil hydraulisch gesteuert werden. Die Pumpendüse enthält keine – und verwendet keine – mechanischen Rückholfedern. Das Fehlen solcher Federn verbessert die Langlebigkeit der Pumpendüse und die Reproduzierbarkeit der Leistungswerte der Pumpendüse. Des Weiteren können die Positionen des Rückschlagventils und des Druckübersetzers rasch durch die hydraulischen Kräfte des Steuerfluids dergestalt geändert werden, dass eine Hochgeschwindigkeits-Pumpendüse entsteht.

**[0014]** Wenden wir uns den Zeichnungen näher unter Verwendung der Bezugszahlen zu. [Fig. 3](#) zeigt eine Ausführungsform einer Pumpendüse **50** der vorliegenden Erfindung. Die Pumpendüse **50** enthält einen Ventilkörper **52** mit wenigstens einer Düsenöffnung oder Kraftstoffzerstäuberöffnung **54**. Der Ventilkörper **52** kann einen Außenmantel **56**, der eine Düsen Spitze **58** stützt, einen Kolbenblock oder Abstandshalter **60**, ein Paar Druckübersetzerblöcke oder Abstandshalter **62** und **64** und einen Verteilerblock **66** enthalten. Der Ventilkörper **52** kann am (nicht gezeigten) Zylinderkopf eines Motors angebracht sein und sich direkt in einen (nicht gezeigten) Brennraum hinein erstrecken. Der Mantel **56** kann eine Anzahl um den Außenumfang herum verlaufender Nuten **68** aufweisen, die (nicht gezeigte) Runddichtringe aufnehmen, welche die Pumpendüse **50** zum Zylinderkopf des Motors hin abdichten. Des Weiteren kann die Pumpendüse **50** eine Anzahl innerer Runddichtringe **70** enthalten, welche die Blöcke **62**, **64** und **66** zum Mantel **56** hin abdichten.

**[0015]** Die Pumpendüse **50** enthält ein Rückschlag- oder Nadelventil **72**, das den Fluss eines Kraftstoffs durch die Düsenöffnungen **54** steuert. Das Rück-

schlagventil **72** weist einen Nadelabschnitt **74**, der sich in einer Düsenkammer **76** des Blocks **58** befindet, und einen Kolbenabschnitt **78**, der sich in einer Kolbenkammer **80** des Blocks **60** befindet, auf. Der Kolben **78** und die Nadel **74** können zwei separate Teile sein oder können einstückig als integrale Einheit ausgebildet sein.

**[0016]** Die Kolbenkammer **80** kann ein Steuerfluid aufnehmen, das eine hydraulische Kraft entweder auf eine erste Fläche **82** des Kolbens **78** oder auf eine zweite Fläche **84** des Kolbens **78** ausübt. Eine auf die erste Fläche **82** ausgeübte hydraulische Kraft bewegt das Rückschlagventil **72** in eine geschlossene Position, wo es an der Düsen Spitze **58** anliegt und verhindert, dass Kraftstoff aus der Pumpendüse **50** ausgespritzt wird. Eine auf die zweite Fläche **84** ausgeübte hydraulische Kraft bewegt das Rückschlagventil **72** in eine offene Position und gestattet einen Kraftstofffluss durch die Düsenöffnungen **54**.

**[0017]** Die Pumpendüse **50** enthält einen Druckübersetzer **86**, der einen in der Kraftstoffkammer **88** befindlichen Kraftstoff mit Druck beaufschlagt. Die Kraftstoffkammer **88** steht über einen Kanal **90** mit der Düsenkammer **76** in strömungsmäßiger Verbindung. Die Kraftstoffkammer **88** kann des Weiteren über einen Kanal **94** mit einem Kraftstoffeinflussport **92** in strömungsmäßiger Verbindung stehen. Der Kanal **94** kann ein Einlassrückschlagventil **96** enthalten, das verhindert, dass Kraftstoff aus dem Einlassport **92** heraus zurückfließt.

**[0018]** Der Druckübersetzer **86** weist einen Kolbenabschnitt **98**, der sich in der Kraftstoffkammer **88** befindet, und einen Kopfabschnitt **100**, der sich in einer Druckübersetzungskammer **102** befindet, auf. Der Kopfabschnitt **100** hat eine wirksame Oberfläche, die größer ist als eine wirksame Oberfläche des Kolbens **98**. Die Flächendifferenz bewirkt eine mechanische Verstärkung, dergestalt, dass eine auf den Kopf **100** ausgeübte hydraulische Kraft den Druckübersetzer **86** von einer ersten Position zu einer zweiten Position bewegt und den in der Kraftstoffkammer **88** befindlichen Kraftstoff mit Druck beaufschlagt.

**[0019]** Die Pumpendüse **50** enthält einen Ausgleichsstift **104**, der mit der Kraftstoffkammer **88** und dem Kolben **78** des Rückschlagventils **72** in Verbindung steht. Der Druck des Kraftstoffs auf den Stift **104** wirkt der durch den Kraftstoff auf eine Schulter **106** der Nadel **74** ausgeübten Hydraulikkraft so entgegen, dass das Rückschlagventil **72** dergestalt ausbalanciert wird, dass eine Bewegung des Rückschlagventils **72** durch die effektive Hydraulikkraft des Kolbens **78** gesteuert wird.

**[0020]** Die Bewegung des Druckübersetzers **86** kann durch ein zweites Steuerventil **108** gesteuert werden, das über Kanäle **110** und **112** mit der Druck-

übersetzungskammer **102** in strömungsmäßiger Verbindung steht. Die Bewegung des Rückschlagventils **72** kann durch ein erstes Steuerventil **114** gesteuert werden, das über Kanäle **116** und **118** mit der Kolbenkammer **80** in strömungsmäßiger Verbindung steht. Die Steuerventile **108** und **114** können sowohl über einen Kanal **122** mit einem Zuleitungsport **120** als auch über einen Kanal **126** mit einem Rücklaufport **124** in strömungsmäßiger Verbindung stehen. Der Zuleitungsport **120** kann mit einer (nicht gezeigten) Rail-Leitung eines Motors, die ein druckbeaufschlagtes Steuerfluid führt, in strömungsmäßiger Verbindung stehen. Die Rail-Leitung steht normalerweise mit dem Ausgang einer Pumpe in strömungsmäßiger Verbindung. Das Steuerfluid kann der Kraftstoff oder ein separates Hydraulikfluid sein. Der Rücklaufport **124** steht normalerweise mit einer Abflussleitung in strömungsmäßiger Verbindung, die einen relativ geringen Druck führt.

[0021] Jedes Ventil **108** und **114** kann einen Schieber **128** aufweisen, der sich in einem Ventilgehäuse **130** zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position hin und her bewegt. Jedes Steuerventil **108** und **114** kann des Weiteren Spulen **132** und **134** aufweisen, die über Anschlüsse **138** an eine elektrische Steuerung **136** angeschlossen sind. Die Steuerung **136** setzt selektiv eine der Spulen **132** und **134** unter Strom. Der Strom erzeugt ein Magnetfeld, das den Schieber **128** in eine der Positionen zieht.

[0022] Der Schieber **128** und das Gehäuse **130** bestehen vorzugsweise aus Stahl der Sorte **4140**, der einen Restmagnetismus behält, der stark genug ist, die Position des Schiebers **128** auch dann beizubehalten, wenn der Strom zu den Spulen **132** und **134** abgeschaltet wurde. Auf diese Weise kann die Steuerung **136** den Zustand der Steuerventile **108** und **114** mit einem digitalen Impuls umschalten. Die Steuerventile **108** und **114** können ähnlich den Ventilen sein, die im US-Patent Nr. 5,640,987 an Sturman offenbart sind.

[0023] Die Schieber **128** weisen vorzugsweise Außennuten **139** auf, die ein Vierwegventil bereitstellen. Wenn der Schieber **128** des zweiten Ventils **108** in seiner ersten (beispielsweise rechten) Position steht, so stellen die Außennuten **139** eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Kanal **112** und dem Zuleitungsport **120** und eine strömungsmäßige Verbindung zwischen dem Kanal **110** und dem Rücklaufport **124** her, um den Druckübersetzer **86** in seine erste Position zu drängen. Wenn der Schieber **128** des ersten Ventils **108** in seiner zweiten (beispielsweise linken) Position steht, so steht der Kanal **110** in strömungsmäßiger Verbindung mit dem Zuleitungsport **120**, und der Kanal **112** steht in strömungsmäßiger Verbindung mit dem Rücklaufport **124**, dergestalt, dass der Druckübersetzer **86** in seine zweite Position bewegt wird, um den Kraftstoff mit Druck zu beauf-

schlagen.

[0024] Wenn sich der Schieber **128** des ersten Steuerventils **114** in seiner ersten Position befindet, so steht der Kanal **116** in strömungsmäßiger Verbindung mit dem Zuleitungsport **120**, und der Kanal **118** steht in strömungsmäßiger Verbindung mit dem Rücklaufport **120**, dergestalt, dass das Rückschlagventil **72** in die geschlossene Position bewegt wird. Wenn sich der Schieber **128** des ersten Steuerventils **114** in seiner zweiten Position befindet, so steht der Kanal **116** in strömungsmäßiger Verbindung mit dem Rücklaufport **120**, und der Kanal **118** steht in strömungsmäßiger Verbindung mit dem Zuleitungsport **120**, dergestalt, dass das Rückschlagventil **72** in seine geöffnete Position bewegt wird.

[0025] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, wird im Betrieb der Schieber **128** des zweiten Steuerventils **108** von seiner zweiten Position in seine erste Position umgeschaltet, um den Druckübersetzer **86** von seiner zweiten Position in seine erste Position zu bewegen. Die (beispielsweise Aufwärts-) Bewegung des Druckübersetzers **86** dehnt die Kraftstoffkammer **88** aus und zieht Kraftstoff durch den Einlassport **92** und das Rückschlagventil **96** herein. Der Schieber **128** des ersten Steuerventils **114** wird normalerweise in seiner geschlossenen Position gehalten, um zu verhindern, dass Kraftstoff durch die Düsenöffnung **54** fließt.

[0026] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, wird, um Kraftstoff aus der Pumpendüse **50** auszuspritzen oder zu zerstäuben, der Schieber **128** des ersten Steuerventils **114** von seiner ersten Position in seine zweite Position umgeschaltet. Der Druckübersetzer **86** wird in seine zweite (beispielsweise Abwärts-) Position bewegt, um den in der Kraftstoffkammer **88** befindlichen Kraftstoff mit Druck zu beaufschlagen. Das Rückschlagventil **72** wird in seine geöffnete Position bewegt, damit der druckbeaufschlagte Kraftstoff durch die Düsenöffnungen **54** fließen kann. Der Schieber **128** des jeweiligen Steuerventils **108** bzw. **114** wird dann in seine jeweilige erste Position umgeschaltet, und der Zyklus wird wiederholt.

## Patentansprüche

1. Pumpendüse (**50**), die Folgendes umfasst:  
einen Ventilkörper (**52**) mit einer Kraftstoffkammer (**88**), die in einer ersten strömungsmäßigen Verbindung mit wenigstens einer Düsenöffnung (**54**) steht;  
einen Druckübersetzer (**86**), der in einer zweiten strömungsmäßigen Verbindung mit einer Quelle eines Steuerfluids (**120**) steht, wobei sich der Druckübersetzer (**86**) in dem Ventilkörper (**52**) zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegt, wenn das Steuerfluid dem Druckübersetzer (**86**) zugeleitet wird, wobei der Druckübersetzer (**86**) dafür konfiguriert ist, in der Kraftstoffkammer (**88**) befindli-

chen Kraftstoff mit Druck zu beaufschlagen, wenn der Druckübersetzer (86) von seiner ersten Position zu seiner zweiten Position bewegt wird; ein hydraulisch gesteuertes Rückschlagventil (72) mit einem Nadelabschnitt (74) und einem Kolbenabschnitt (78), wobei der Kolbenabschnitt (78) in einer dritten strömungsmäßigen Verbindung mit der Quelle des Steuerfluids (120) steht, wobei der Kolbenabschnitt (78) eine erste Fläche (82) und eine gegenüberliegende zweite Fläche (84) aufweist, wobei sich das Rückschlagventil (72) in eine geschlossene Position bewegt, wo es an der Düsenöffnung (54) anliegt, wenn das Steuerfluid auf die erste Fläche (82) gelenkt wird, und wobei sich das Rückschlagventil (72) in eine geöffnete Position bewegt, wenn das Steuerfluid auf die zweite Fläche (84) gelenkt wird; und einen Ausgleichsstift (104) mit einem ersten Ende und einem gegenüberliegenden zweiten Ende, wobei das erste Ende mit der Kraftstoffkammer (88) in strömungsmäßiger Verbindung steht und das zweite Ende mit dem Kolben (78) des Rückschlagventils (72) verbunden ist, wobei der Druck des Kraftstoffs auf das erste Ende des Ausgleichsstiftes (104) dem Druck des Kraftstoffs auf den Nadelabschnitt (74) des Rückschlagventils (72) entgegenwirkt.

2. Pumpendüse (50) nach Anspruch 1, die des Weiteren ein erstes Steuerventil (114) umfasst, das zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegt werden kann, wobei das erste Steuerventil (114) dafür konfiguriert ist, das Steuerfluid zu der ersten Fläche (82) des Kolbenabschnitts (78) des Rückschlagventils (72) zu lenken, wenn es sich in der ersten Position befindet, und das Steuerfluid zu der zweiten Fläche (84) des Kolbenabschnitts (78) des Rückschlagventils (72) zu lenken, wenn es sich in der zweiten Position befindet.

3. Pumpendüse (50) nach Anspruch 2, wobei das erste Steuerventil (114) ein Vierwegventil ist.

4. Pumpendüse (50) nach den Ansprüchen 2 und 3, wobei das erste Steuerventil (114) ein Paar einander gegenüberliegender elektrischer Spulen (132, 134) aufweist.

5. Pumpendüse (50) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, die des Weiteren ein zweites Steuerventil (108) umfasst, das zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position bewegt werden kann, wobei das zweite Steuerventil (108) dafür konfiguriert ist, es dem Steuerfluid zu gestatten, den Druckübersetzer (86) in die erste Position zu bewegen, wenn das zweite Steuerventil (108) sich in der ersten Position befindet, und den Druckübersetzer (86) in die zweite Position zu bewegen, wenn das zweite Steuerventil (108) sich in der zweiten Position befindet.

6. Pumpendüse (50) nach Anspruch 5, wobei das

zweite Steuerventil (108) ein Vierwegventil ist.

7. Pumpendüse (50) nach den Ansprüchen 5 und 6, wobei das zweite Steuerventil (108) ein Paar einander gegenüberliegender elektrischer Spulen (132, 134) aufweist.

8. Pumpendüse (50) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das erste Ende des Ausgleichsstiftes (104) eine Fläche aufweist, die im Wesentlichen gleich der Fläche einer gegenüberliegenden Oberfläche des Rückschlagventils (72) ist, die mit dem druckbeaufschlagten Kraftstoff in der Kraftstoffkammer (88) in Kontakt steht.

9. Verfahren zum selektiven Bewegen eines Rückschlagventils (72) einer Pumpendüse (50) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, das folgende Schritte umfasst:

- Inkontaktbringen eines oberen Endes eines Ausgleichsstiftes (104), das mit einem Rückschlagventil (72) verbunden ist, mit einem druckbeaufschlagten Kraftstoff, wobei das obere Ende des Ausgleichsstiftes (104) eine Fläche aufweist, die im Wesentlichen gleich der Fläche einer gegenüberliegenden Oberfläche des Rückschlagventils (72) ist, die mit dem druckbeaufschlagten Kraftstoff in einer Kraftstoffkammer (88) in Kontakt steht;
- Ausüben einer hydraulischen Kraft auf eine erste Fläche (82) des Rückschlagventils (72), um das Rückschlagventil (72) in eine geschlossene Position zu bewegen; und
- Ausüben einer hydraulischen Kraft auf eine zweite Fläche (84) des Rückschlagventils (72), um das Rückschlagventil (72) in eine geöffnete Position zu bewegen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die hydraulischen Kräfte durch ein Steuerfluid erzeugt werden, das durch ein erstes Steuerventil (114) gesteuert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die hydraulische Kraft in Schritt (b) durch Bewegen des ersten Steuerventils (114) in eine erste Position erzeugt wird und die hydraulische Kraft in Schritt (c) durch Bewegen des ersten Steuerventils (114) in eine zweite Position erzeugt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das erste Steuerventil (114) ein Vierwegventil ist, wobei das Bewegen des ersten Steuerventils (114) in die erste Position die zweite Fläche (84) des Rückschlagventils (72) des Weiteren mit einer Abflussleitung in Kontakt bringt und das Bewegen des ersten Steuerventils (114) in die zweite Position die erste Fläche (82) des Rückschlagventils (72) des Weiteren mit der Abflussleitung in Kontakt bringt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis

12, das im Anschluss an Schritt (b) des Weiteren folgenden Schritt umfasst:

Ausüben einer hydraulischen Kraft auf ein oberes Ende eines Druckübersetzers (86), um den Druckübersetzer (86) in eine vorgeschobene Position zu bewegen, wobei der Druckübersetzer (86) der Kraftstoffkammer (88) druckbeaufschlagten Kraftstoff zuführt, indem er sich in die vorgeschobene Position bewegt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

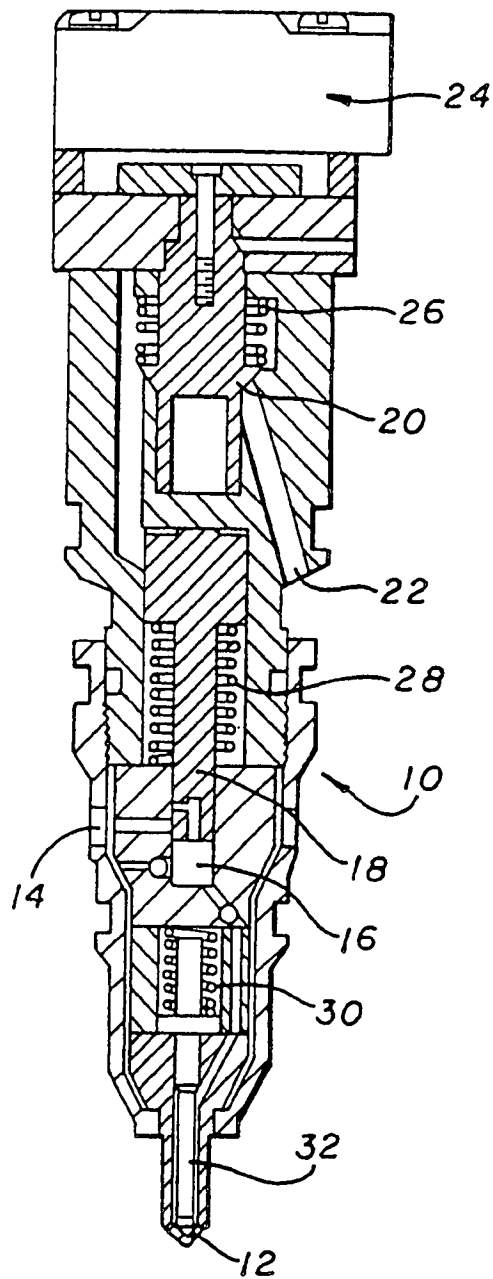


FIG. 1  
Stand der Technik

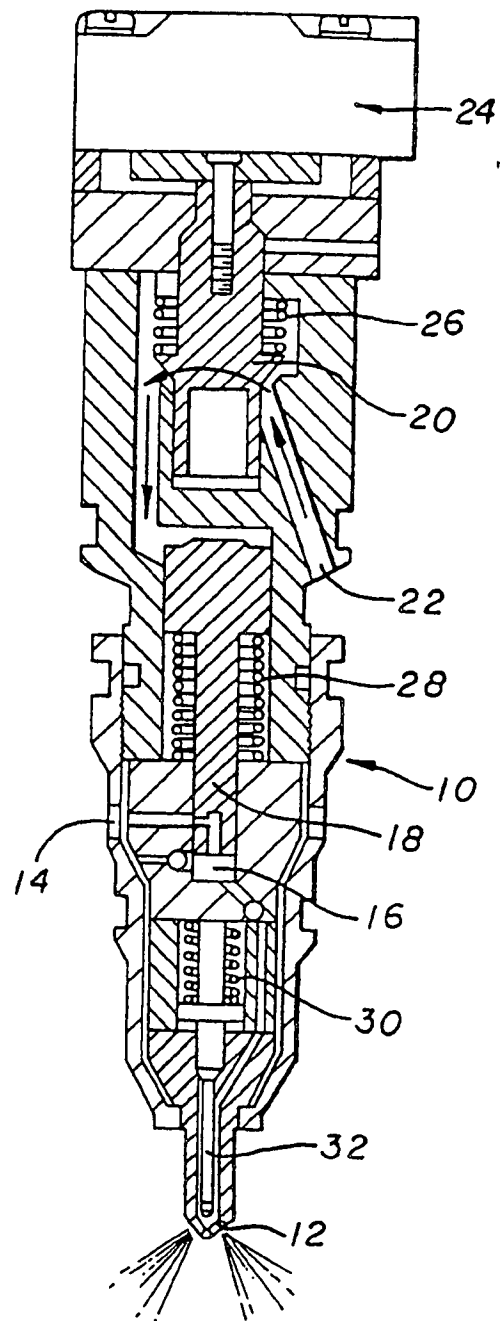


FIG. 2  
Stand der Technik

