



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **103 94 151.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/36773**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/079183**
(86) PCT-Anmeldetag: **14.11.2003**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.09.2004**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **23.03.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **08.01.2015**

(51) Int Cl.: **F02M 63/02 (2006.01)**
F02M 59/46 (2006.01)
F02M 45/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
PCT/US03/06412 04.03.2003 US

(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

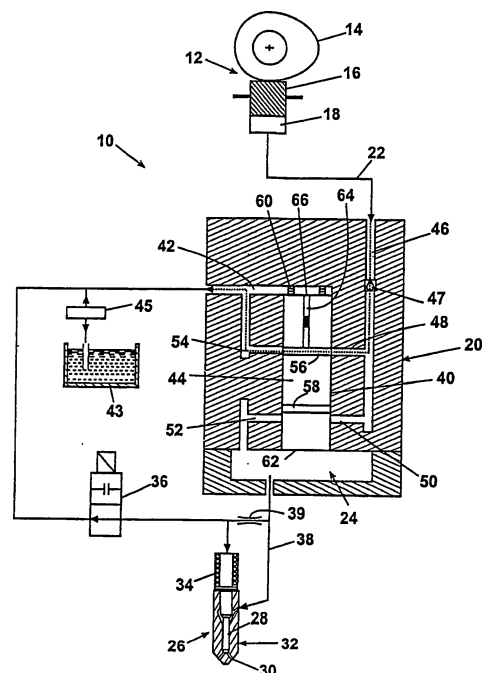
(72) Erfinder:
**Heine, Frank, Grand Rapids, Mich., US; Keppy,
Brent, Grand Rapids, Mich., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	103 01 194	A1
DE	199 63 219	A1
US	6 276 610	B1

(54) Bezeichnung: **Kraftstoff-Einspritzsystem mit einer Speicher-Füll-Ventilanordnung**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoff-Einspritzsystem (10), das Folgendes umfasst: ein Pumpensystem (12), das einen Kolben (16) in einer Pumpenkammer (18) umfasst, eine Einspritzvorrichtung (26) mit einer Düse (32), die durch ein Steuerungsventil (36) geöffnet und geschlossen werden kann, wobei ein Einspritzereignis auftreten wird, wenn das Steuerungsventil (36) betätigt wird und nicht auftreten wird, wenn das Steuerungsventil (36) nicht betätigt wird, einen Speicher (24), der sich in Fluidverbindung zwischen dem Pumpensystem (12) und der Einspritzvorrichtung (26) befindet, um unter Druck befindlichen Kraftstoff für Einspritzereignisse unabhängig von dem Pumpensystem (12) zu speichern, und eine Kraftstoffzufuhr (43) zum Zuführen von Kraftstoff zum Pumpensystem (12) und zu der Einspritzvorrichtung (26) über den Speicher (24), gekennzeichnet durch eine Speicher-Füll-Ventilanordnung (20, 100, 200), welche in Fluidverbindung mit dem Speicher (24) montiert ist und zwischen einem offenen Zustand und einem geschlossenen Zustand verstellbar ist, wobei der Speicher (24) im offenen Zustand mit der Pumpenkammer (18) in Fluidverbindung steht und der Speicher (24) im geschlossenen Zustand nicht mit der Pumpenkammer (18) in Fluidverbindung steht.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Erfindungsgebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Pumpensysteme für Kraftstoff-Einspritzsysteme.

2. Beschreibung des verwandten Standes der Technik

[0002] Die Motor-Abgasemissions-Auflagen werden zunehmend restriktiv. Eine Art, Emissionsstandards zu erfüllen, besteht darin, die Menge und die zeitliche Steuerung des Kraftstoffs, der in die Verbrennungskammer eingespritzt wird, präzise zu steuern, um sie dem Motorzyklus anzupassen. Für gewisse Motor-Betriebszustände kann ein effektives Formen der Einspritzrate zu verringerten Graden von Partikeln und Stickstoffoxiden im Motorabgas führen. Eine solche Raten-Formung kann vielfache Einspritzereignisse umfassen, darunter eine frühe Pilotinjektion, eine nahe Pilotinjektion und eine frühe und eine späte Nachinjektion, zusätzlich zum Formen des Haupt-Einspritzereignisses. Manche existierende Techniken zum Formen der Rate versuchen, die Einspritzraten dadurch zu steuern, dass verschiedene Modifikationen an der Einspritzdüsen-Anordnung durchgeführt werden. Eine andere Technik des Formens der Rate verwendet ein separates Steuerungsventil, um ein präziseres Raten-Formen zu erreichen, als mit modifizierten Einspritzdüsen-Anordnungen. Ein Beispiel für solch ein Steuerungsventil ist in dem US Patent Nr. 6,276,610 von Spoolstra et al. offenbart.

[0003] Kraftstoff-Einspritzsysteme, die ein oder mehrere Steuerungsventile in sogenannten Unitpumps ("Einheitspumpen") oder sogenannten Unitinjectors ("Einheitseinspritzvorrichtungen") haben, haben typischerweise nockenangetriebene Pumpen, die ein gutes Druck-Vermögen, einen sanften Beginn der Einspritzcharakteristika, eine kompakte Größe und niedrigere Kosten aufweisen. Jedoch gehören zu den Nachteilen von Unitpumps oder Unitinjectors Design-Einschränkungen, die durch den Nocken auferlegt werden, und die Komplexität im Design des Ventils und der Ventilbetätigung bzw. -aktivierung.

[0004] Eine andere Technik zum Formen der Rate verwendet ein sogenanntes Common Rail System, bei dem Hochdruck-Kraftstoff in einem Common Rail (einer gemeinsamen Leitung) gespeichert wird und Einspritzereignisse in einer jeden Einspritzvorrichtung durch ein einzelnes Nadel-Steuerungsventil gesteuert werden. Common Rail-Systeme sind hocheffizient für mehrfache Einspritzereignisse, aber auch sie haben einige Nachteile. Common Rail-Systeme haben typischerweise eine große Anzahl von Hochdruck-Verbindungen, die die Wahrscheinlichkeit

für Undichtigkeiten erhöhen. Außerdem führt der Abstand zwischen dem Rail und der Düse der Einspritzvorrichtung zu Druckwellen, die ein wiederholbares Ventilverhalten verhindern.

[0005] Eine vorgeschlagene Lösung ist in der DE 199 63 219 A1 offenbart, bei der für einen jeden Zylinder ein Speicher bzw. Akkumulator zwischen der Pumpe und der Einspritzvorrichtung vorgesehen ist. Ein Problem bei dieser Lösung besteht jedoch darin, dass der Druck in dem Speicher immer noch durch das Design des Nockens eingeschränkt ist, und dass keine direkten Steuerungen vorhanden sind, um den Druck in dem Speicher zu regulieren.

[0006] Die DE 103 01 194 A1 offenbart eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung, die jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine aufweist. Durch ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil wird eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit einem Niederdruckbereich gesteuert und durch ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil wird eine Verbindung eines Steuerdruckraums des Kraftstoffeinspritzventils mit einem Entlastungsbereich gesteuert. Außerdem ist ein Druckspeicher vorgesehen, der durch die Kraftstoffhochdruckpumpe befüllt wird und aus dem Kraftstoff zu einer von der Förderung der Kraftstoffhochdruckpumpe unabhängigen Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil entnehmbar ist. In der Verbindung des Druckspeichers mit der Kraftstoffhochdruckpumpe und dem Kraftstoffeinspritzventil ist eine Koppelungseinrichtung angeordnet, die einen verschiebbar geführten Kolben aufweist, der einerseits von dem im Druckspeicher herrschenden Druck und andererseits von dem in der Verbindung herrschenden Druck beaufschlagt ist, dass der Kolben zur Kraftstoffeinspritzung einen zum Druckraum gerichteten Förderhub ausführt und dass eine Bypassverbindung in der Koppelungseinrichtung vorhanden ist, die die Verbindung mit dem Druckspeicher verbindet.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Die oben genannten Probleme werden gelöst durch die vorliegende Erfindung eines Kraftstoff-Einspritzsystems eines Typs, der ein Pumpensystem hat, welches einen Kolben in einer Pumpenkammer enthält, und eine Einspritzvorrichtung, die eine Düse hat, die durch ein Steuerungsventil geöffnet und geschlossen werden kann, wobei ein Einspritzereignis auftreten wird, wenn das Steuerungsventil betätigt bzw. aktiviert ist und nicht auftritt, wenn das Steuerungsventil nicht betätigt bzw. aktiviert ist. Ein Speicher ist in Fluidverbindung zwischen dem Pumpensystem und der Einspritzvorrichtung angeordnet, um unter Druck befindlichen Kraftstoff für Einspritzereignisse unabhängig von dem Pumpensystem zu speichern. Typischerweise wird eine Kraft-

stoffzufuhr dem Pumpensystem und der Einspritzvorrichtung über den Speicher Kraftstoff zuführen. Gemäß der Erfindung ist eine Speicher-Füll-Ventilanordnung in Fluidverbindung mit dem Speicher montiert und zwischen einem offenen Zustand und einem geschlossenen Zustand betätigbar bzw. verstellbar. Demgemäß befindet sich der Speicher im offenen Zustand in Fluidverbindung mit der Pumpenkammer, und im geschlossenen Zustand befindet sich der Speicher nicht in Fluidverbindung mit der Pumpenkammer.

[0008] Vorzugsweise umfasst die Speicher-Füll-Ventilanordnung einen Kolben („Spool“), von dem sich ein Abschnitt in Fluidverbindung mit der Kraftstoffzufuhr befindet, und von dem sich ein anderer Abschnitt in Fluidverbindung mit dem Akkumulator befindet. Wenn der Druck in dem Speicher einen Sollwert übersteigt, wird der Kolben gegen den Druck in der Kraftstoffzufuhr in den offenen Zustand bewegt werden.

[0009] Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist der Druck in der Kraftstoffzufuhr einstellbar und das Einstellen des Drucks der Kraftstoffzufuhr wird ebenfalls den Sollwert einstellen. Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird der Kolben durch eine Feder gegen den Druck in dem Speicher vorgespannt. Alternativ dazu hat der Kolben einen Abschnitt, der sich in Fluidverbindung mit der Pumpenkammer befindet, wobei der Druck in der Pumpenkammer den Kolben gegen den Druck in dem Speicher vorspannt.

[0010] Vorzugsweise hat die Speicher-Füll-Ventilanordnung eine Einlassleitung, die sich in Fluidverbindung mit der Pumpenkammer befindet, und eine Verengung in der Einlassleitung. Die Verengung stellt einen Druckabfall zwischen der Pumpenkammer und dem Speicher her. Dieser Druckabfall dient sowohl dazu, zu einer Druckverstärkung zwischen dem Zufuhrdruck und dem Speicherdruck beizutragen, als auch dazu, beim Positionieren des Füll-Ventils mit flussinduzierten Kräften zu helfen. In diesem Fall umfasst das Ventil ferner ein gestuftes Ventilelement. Außerdem hat die Einspritzvorrichtung vorzugsweise eine Düsennadel-Steuerungskammer, und es erstreckt sich eine Leitung zwischen der Speicher-Füll-Ventilanordnung und der Düsennadel-Steuerungskammer.

Beschreibung der Figuren

[0011] Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit einer Speicher-Füll-Ventilanordnung gemäß der Erfindung in der geschlossenen Position.

[0012] Fig. 2 ist ein schematisches Diagramm eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit einer Speicher-

Füll-Ventilanordnung gemäß der Erfindung in der offenen Position.

[0013] Fig. 3 ist ein schematisches Diagramm eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit einer alternativen Ausführungsform einer Speicher-Füll-Ventilanordnung gemäß der Erfindung in der offenen Position.

[0014] Fig. 4 ist ein schematisches Diagramm eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit einer alternativen Ausführungsform einer Speicher-Füll-Ventilanordnung gemäß der Erfindung in der geschlossenen Position.

[0015] Fig. 5 ist ein schematisches Diagramm eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit einer dritten Ausführungsform einer Speicher-Füll-Ventilanordnung gemäß der Erfindung in der offenen Position.

[0016] Fig. 6 ist ein schematisches Diagramm eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit einer dritten Ausführungsform einer Speicher-Füll-Ventilanordnung gemäß der Erfindung in der geschlossenen Position.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0017] Ein Kraftstoff-Einspritzsystem, welches von der Erfindung Gebrauch macht, ist schematisch unter Bezugszeichen **10** in Fig. 1 und Fig. 2 angezeigt. Ein Pumpensystem **12** umfasst einen von einem Motor angetriebenen Nocken **14**, der einen Kolben **16** in einer Pumpenkammer **18** antreibt. Die Pumpenkammer **18** ist mit einer Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** über eine Hochdruck-Fluidleitung **22** verbunden. Die Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** ist mit einem Speicher **24** fluidverbunden, welcher seinerseits mit einer Einspritzvorrichtung **26** fluidverbunden ist. Es versteht sich, dass das Pumpensystem **12** eine sogenannte Unitpump bzw. Einheitspumpe sein kann, die über eine Hochdruck-Fluidleitung mit der Einspritzvorrichtung **26** verbunden ist, oder alternativ in einem sogenannten Unitinjector eingegliedert sein kann. Ferner versteht es sich, dass es viele verschiedene Arten gibt, die vorliegende Erfindung in Übereinstimmung mit den schematischen Darstellungen von Fig. 1 und Fig. 2 zu implementieren.

[0018] Die Einspritzvorrichtung **26** hat eine Nadel **28**, die durch eine Kombination einer Feder **34** und eines Fluiddrucks so vorgespannt ist, dass sie die Sprühdüsenlöcher **30** in einer Düse **32** verschließt. Es sind Mittel vorgesehen, um die Einspritzereignisse in der Einspritzvorrichtung **26** zu steuern. Hier ist ein Düsennadel-Steuerungsventil **36** in Fluidverbindung mit der Oberseite der Düse **32** angeordnet. Die Einspritzvorrichtung befindet sich über eine Hochdruck-Kraftstoffleitung **38** mit dem Speicher **20** in Fluidverbindung. Außerdem hilft eine Einlassdrossel **39**, die sich stromaufwärts von dem Oberteil der Düse **32** befindet und mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung fluidverbun-

den ist, die Einspritzereignisse zu steuern, und insbesondere das richtige und rechtzeitige Schließen der Nadel **28**.

[0019] Eine Kraftstoff-Einspritzung wird dadurch ausgelöst, dass das Düsenadel-Steuerungsventil **36** betätigt wird, was normalerweise elektronisch geschieht. Die Betätigung verursacht ein Druckdifferential über der Nadel **28**, welches die Nadel anhebt, und löst das Einspritz-Ereignis aus. Man beachte, dass andere Mittel im Stand der Technik bekannt sind, um die Einspritz-Ereignisse zu steuern. Die spezielle Weise der Einspritzsteuerung ist für die Erfindung nicht von kritischer Bedeutung.

[0020] Bei einer näheren Betrachtung der Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** und des Speichers **24** erkennt man, dass sie insofern modular sind, als sie direkt aneinander montiert sind, wobei der Speicher **24** zur Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** offen ist. Die Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** hat eine innere Bohrung **40**, welche an einem Ende zum Speicher **24** offen ist und an dem anderen Ende zu einer Kraftstoff-Zufuhrleitung **42**. Die Kraftstoff-Zufuhrleitung **42** kommuniziert mit einer Kraftstoffzufuhr **43**, und das Düsenadel-Steuerungsventil **36** kommuniziert ebenfalls auf herkömmliche Weise mit der Kraftstoffzufuhr **43**. Ein Kolbenventil **44** bewegt sich in der inneren Bohrung **40** hin und her. Eine Einlass-Leitung **46** befindet sich in Fluidverbindung mit der Hochdruck-Fluidleitung **22**. Eine Ein-Richtung-Sperrventil **47** verhindert eine Umkehr des Flusses in der Einlass-Leitung **46**. Eine erste und eine zweite Verbindungsleitung **48, 50** stellen eine Fluidverbindung zwischen der Einlass-Leitung **46** und der inneren Bohrung **40** her. Eine Speicher-Zufuhrleitung **52** hat zumindest einen Abschnitt, der koaxial mit der zweiten Verbindungsleitung **50** angeordnet ist, und erstreckt zwischen der inneren Bohrung **40**, der zweiten Verbindungsleitung **50** gegenüberliegend, und dem Speicher **24**. Eine Kraftstoff-Zufuhr-Verbindungsleitung **54** hat zumindest einen Abschnitt, der etwas gegenüber der Achse der ersten Verbindungsleitung **48** versetzt ist und sich zwischen der inneren Bohrung **40**, der ersten Verbindungsleitung **48** gegenüberliegend, und der Kraftstoff-Zufuhr-Leitung **42** erstreckt.

[0021] Das Kolbenventil **44** hat eine erste Querpassage **56** und eine zweite Querpassage **58**. Die erste Querpassage **56** ist so angeordnet, dass sie eine Verbindung zwischen der ersten Verbindungsleitung **48** und der Kraftstoff-Zufuhr-Verbindungsleitung **54** herstellt. Die zweite Querpassage **58** ist so angeordnet, dass sie eine Fluidverbindung zwischen der zweiten Verbindungsleitung **50** und der Speicher-Zufuhr-Leitung **52** herstellt. Die Passagen **56, 58** sind so angeordnet, dass wenn eine von ihnen eine Verbindung herstellt, die andere keine Verbindung herstellt. Eine Feder **60** spannt das Kolbenventil **44** so vor, dass ein Ende **62** desselben in Richtung auf den Speicher **24**

gedrängt wird. Eine Antiblockier-Öffnung **64** erstreckt sich zwischen der ersten Querpassage **56** und dem anderen Ende **66**, welches sich mit der Kraftstoff-Zufuhr-Leitung **42** in Fluidverbindung befindet. Die Antiblockier-Öffnung **64** hat zum Zweck, eine hydraulische Blockierung des Kolbenventils **44** zu verhindern.

[0022] Es ist offensichtlich, dass die Position des Kolbenventils **44** in der inneren Bohrung **40** abhängt von der Kraft der Feder **60**, dem Druck in der Kraftstoff-Zufuhr-Leitung **42**, dem Druck in der Pumpenkammer **18** (der zur Hochdruck-Fluidleitung **22**, der Einlassleitung **46** und der ersten und der zweiten Verbindungsleitung **48, 50** kommuniziert wird) und dem Druck in dem Speicher **24**. Die Querschnittsfläche des einen Endes **62** bestimmt die Kraft, die durch den Druck in dem Speicher **24** auf das Kolbenventil **44** ausgeübt wird. Dieser Kraft wirken die Kraft der Feder **60** und der Druck in der Kraftstoff-Zufuhr-Leitung **42** entgegen. Ein Sollwert des Speicher-Drucks kann somit eingestellt werden, indem der Kraftstoff-Zufuhr-Druck gesteuert wird. Der Kraftstoff-Zufuhr-Druck wird durch den Druckregler **45** gesteuert, welcher auf herkömmliche Weise einen Kraftstoff-Druckkreis, ein Steuerungsventil und andere Druck-Regelungsmittel umfassen würde.

[0023] Die Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** ist in **Fig. 1** in der geschlossenen Position gezeigt und in **Fig. 2** in der offenen Position. In der geschlossenen Position stellt die Querpassage **56** eine Fluidverbindung zwischen der ersten Verbindungsleitung **48** und der Kraftstoff-Zufuhr-Verbindungsleitung **54** her. Gleichzeitig ist die Fluidverbindung zwischen der zweiten Verbindungsleitung **50** und der Speicherleitung **52** blockiert. In der offenen Position stellt die Querpassage **58** eine Fluidverbindung zwischen der zweiten Verbindungsleitung **50** und der Speicherleitung **52** her. Gleichzeitig ist die Fluidverbindung zwischen der ersten Verbindungsleitung **48** und der Kraftstoff-Zufuhr-Druckleitung **48** und der Kraftstoff-Zufuhr-Leitung **42** blockiert.

[0024] Zu Beginn eines Einspritzzyklus wird die Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** normalerweise offen sein, weil der Druck in dem Speicher normalerweise unterhalb des Sollwertes liegen wird. Während der Nocken **14** sich dreht und den Kolben **16** bewegt, wird Kraftstoff in die Hochdruck-Fluidleitung **22**, die Einlassleitung **46**, die zweite Verbindungsleitung **50**, die zweite Querpassage **58**, die Speicher-Verbindungsleitung **52**, den Speicher **24** und die Hochdruck-Kraftstoffleitung **38** gepumpt. Da die Einspritzvorrichtung **26** geschlossen ist, baut sich in dem Speicher **24** ein Druck auf, bis er den Sollwert erreicht. Wenn der Sollwert des Speichers erreicht ist, überwindet die Kraft, die auf das Kolbenventil **44** ausgeübt wird, die entgegenwirkenden Kräfte der Feder **60** und des Drucks in der Kraftstoff-Zufuhr-Leitung **42**, und die

Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** wird in die in **Fig. 1** gezeigte Position geschlossen.

[0025] Wenn das Düsennadel-Steuerungsventil **36** die Haupteinspritzung auslöst, wird Kraftstoff aus dem Speicher **24** und der Hochdruckleitung **38** durch die Düse **32** entlassen. Wenn der Druck in dem Speicher **24** unter den Sollwert fällt, öffnet sich die Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** wieder, wodurch eine direkte Fluidverbindung zwischen der Pumpenkammer **18** und der Düse **32** der Einspritzvorrichtung hergestellt wird. In diesem Modus verläuft die Einspritzung auf herkömmliche Weise.

[0026] Wenn die Einspritzung durch das Deaktivieren des Düsennadel-Steuerungsventils **36** beendet wird, baut sich wieder ein Druck im Speicher **24** auf (so lange sich der Kolben **16** noch in die Pumpenkammer **18** hinein vorwärts bewegt), bis er den Sollwert des Speichers übersteigt und die Speicher-Füll-Ventilanordnung **20** schließt. An diesem Punkt ist der in dem Speicher **24** gespeicherte Kraftstoff unter hohem Druck für Hilfs-Einspritzereignisse verfügbar, die nicht die Haupteinspritzung darstellen. Es ist wichtig, dass diese Einspritz-Ereignisse unabhängig von der Position des Nockens **14** auftreten können, da der Speicher **24** von der Fluidverbindung mit der Pumpenkammer **18** abgeschnitten ist. Das Aktivieren und Deaktivieren des Düsennadel-Steuerungsventils **36** kann dann die Steuerung von Hilfs-Einspritzereignissen bewerkstelligen.

[0027] Beispielsweise wird ein Nach-Einspritzereignis ausgelöst, indem das Düsennadel-Steuerungsventil **36** betätigt wird, wodurch die Düse **32** geöffnet wird und Kraftstoff aus dem Speicher **24** entlassen wird, unabhängig von der Position des Nockens **14**. Durch das einfache Schließen des Düsennadel-Steuerungsventils **36** wird das Nach-Einspritzereignis beendet. Darüber hinaus kann eine Steuerung des Einspritzdrucks während eines jeden Einspritzereignisses erreicht werden, indem der Kraftstoff-Zufuhrdruck eingestellt wird, wodurch der Speicher-Sollwert des Speichers **24** eingestellt wird. Wenn es beispielsweise gewünscht wird, dass der Einspritzdruck geringer ist, wie beispielsweise bei einem Motorbetrieb mit geringer Last, kann ein Druck-Regelungsventil in dem Kraftstoff-Zufuhrkreis des Motors den Kraftstoff-Zufuhrdruck verringern, wodurch der Speicher-Sollwert verringert wird, oberhalb dessen die Speicher-Füll-Ventilanordnung **24** schließen wird.

[0028] **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen eine alternative Ausführungsform **10'** eines Kraftstoff-Einspritzsystems mit einem Speicher-Ventil gemäß der Erfindung, die jegliche Notwendigkeit für Federn oder ein Sperrventil erübrigt. In der Ausführungsform von **Fig. 3** und **Fig. 4** haben Komponenten, die mit der Ausführungsform von **Fig. 1** und **Fig. 2** gemeinsam sind, die gleichen Bezugszeichen. Eine Speicher-Füll-Ven-

tilanordnung **100** hat einen Körper, der eine gestufte innere Bohrung **102** mit einem Abschnitt **104** mit größerem Durchmesser, einem Abschnitt **106** mit geringerem Durchmesser und einen Lastabschnitt **108** umfasst. Eine Stufe wird durch eine Schulter **110** zwischen dem Abschnitt **104** mit größerem Durchmesser und dem Abschnitt **106** mit geringerem Durchmesser definiert. Der Abschnitt **104** mit größerem Durchmesser kommuniziert mit der Kraftstoff-Zufuhrleitung **42**. Der Lastabschnitt **108** erstreckt sich von dem Abschnitt **104** mit größerem Durchmesser, um über eine Lastleitung **109** mit der Hochdruck-Fluidleitung **22** zu kommunizieren.

[0029] Ein Kolbenventil **112** umfasst einen Mittelkolben **114**, der sich innerhalb des Abschnitts **104** mit größerem Durchmesser der inneren Bohrung hin und her bewegt, einen Druckstift **116**, der sich in den Abschnitt **106** mit geringerem Durchmesser erstreckt, und einen Laststift **118**, der sich in den Lastabschnitt **108** erstreckt. Eine erste Querpassage **120** in dem Kolben **112** (hier in dem Mittelkolben **114**) ist angeordnet, um eine Verbindung zwischen der ersten Verbindungsleitung **48** und der Kraftstoffzufuhr-Verbindungsleitung **54** herzustellen. Eine zweite Querpassage **122** in dem Kolben **112** (hier in dem Druckstift **116**) ist so angeordnet, dass sie eine Fluidverbindung zwischen der zweiten Verbindungsleitung **50** und der Speicher-Zufuhrleitung **52** herstellt. Die Passagen **120**, **122** sind so angeordnet, dass wenn die eine eine Verbindung herstellt, die andere keine Verbindung herstellt.

[0030] Eine Antiblockier-Öffnung **124** erstreckt sich zwischen der ersten Querpassage **120** und einem Ende **126** des Mittelkolbens **114**, welches sich in Fluidverbindung mit der Kraftstoff-Zufuhrleitung **42** befindet. Die Antiblockier-Öffnung **124** hat zum Zweck, eine hydraulische Blockierung des Kolbenventils **112** zu verhindern. Eine Stufenfläche **127** an dem anderen Ende des Mittelkolbens **114** stößt an der Schulter **110** an, wenn der Speicher **24** unterhalb des Sollwertes ist. Die Schulter **110** ist belüftet (nicht gezeigt), um es dem Mittelkolben **114** zu gestatten, sich hin und her zu bewegen, ohne ein Vakuum in dem Abschnitt **104** mit größerem Durchmesser zwischen der Stufenfläche **127** und der Schulter **100** zu erzeugen.

[0031] Eine Verengung **128** ist in der Einlassleitung **46** zwischen der Hochdruck-Fluidleitung **22** und der ersten Verbindungsleitung **48** angeordnet. Der Betrieb der Speicher-Füll-Ventilanordnung **100** ist der gleiche, wie er oben unter Bezugnahme auf die Ausführungsform von **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben wurde, außer, dass die Verengung **128** zusammen mit dem Druck auf den Kolben **112** und dem Laststift **118** einen Druckabfall erzeugt, der eine selbstverstärkende Druckverstärkung über der Speicher-Füll-Ventilanordnung erreicht. Das Verstärkungsverhältnis wird

durch die relativen Größen des Druckstiftes **116**, des Mittelkolbens **114** und des Laststiftes **118** bestimmt. In diesem Fall wirkt der Druck in dem Speicher **24** auf den Druckstift **116**, um eine Kraft zu erzeugen, der der Druck in der Hochdruck-Lastleitung **109**, der auf den Laststift **118** wirkt, summiert mit dem Druck der Kraftstoffzufuhr, der auf das Ende **126** des Mittelkolbens **114** wirkt, entgegenwirkt. Die Größe der Verengung **128** muss nur ausreichen, um ein Druckdifferential zu erzeugen, welches groß genug ist, die Masse des Kolbenventils **112** zu bewegen. Vorzugsweise gibt es ein hohes Verstärkungsverhältnis von der Kraftstoffzufuhr-Seite des Kolbenventils **112** zu der Speicher-Seite.

[0032] Man erkennt, dass auf das Öffnen des Düsennadel-Steuerungsventils **36** hin, um die Haupteinspritzung zu beginnen, aufgrund der offenen Düse **32**, beispielsweise ein plötzlicher Druckabfall in dem Speicher **24** veranlassen könnte, dass die Düse sich wieder schließt, teilweise oder vollständig, während der Druck in dem Speicher **24** aufgebaut wird. Daraus würde eine unerwünschte "Delle" in der Einspritzrate resultieren. Um sicherzustellen, dass die Speicher-Füll-Ventilanordnung sich präventiv nur öffnen wird, wenn das Düsennadel-Steuerungsventil **36** betätigt wird und wenn der Kolben **16** sich nach vorne bewegt, gibt die Ausführungsform von **Fig. 5** und **Fig. 6** eine alternative Speicher-Füll-Ventilanordnung **200** an, die in jeder Hinsicht mit derjenigen von **Fig. 3** und **Fig. 4** identisch ist, außer dass sich eine Druckleitung **202** zwischen dem Oberteil der Düse **32** und der Schulter **110** erstreckt. Somit wird unter Druck befindlicher Kraftstoff in der Druckleitung **202** eine Kraft auf die Stufenfläche **127** des Mittelkolbens **114** ausüben. Wenn hier das Düsennadel-Steuerungsventil **36** geschlossen ist, wirkt der Druck in dem Speicher **24** auf den Druckstift **116** und außerdem auf die Stufenfläche **127**, so dass die Speicher-Füll-Ventilanordnung **200** offen bleiben wird, bis der Speicherdruck den Speicher-Sollwert erreicht. In **Fig. 6** ist die Speicher-Füll-Ventilanordnung **200** geschlossen und wird geschlossen bleiben, so lange das Düsennadel-Steuerungsventil **36** nicht betätigt wird, weil der Speicherdruck den Speicher-Sollwert übersteigt. Aber wenn das Düsennadel-Steuerungsventil **36** betätigt wird, wird sich die Speicher-Füll-Ventilanordnung **200** schnell öffnen und so lange offen bleiben, wie sich der Kolben **16** nach vorne bewegt, während das Düsennadel-Steuerungsventil **36** betätigt wird.

[0033] Obwohl die Erfindung speziell im Zusammenhang mit gewissen spezifischen Ausführungsformen derselben beschrieben wurde, versteht es sich, dass dies zum Zwecke der Illustration und nicht der Einschränkung geschieht, und der Umfang der anhängenden Ansprüche sollte so breit aufgefasst werden, wie der Stand der Technik es zulässt.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10**), das Folgendes umfasst: ein Pumpensystem (**12**), das einen Kolben (**16**) in einer Pumpenkammer (**18**) umfasst, eine Einspritzvorrichtung (**26**) mit einer Düse (**32**), die durch ein Steuerungsventil (**36**) geöffnet und geschlossen werden kann, wobei ein Einspritzereignis auftreten wird, wenn das Steuerungsventil (**36**) betätigt wird und nicht auftreten wird, wenn das Steuerungsventil (**36**) nicht betätigt wird, einen Speicher (**24**), der sich in Fluidverbindung zwischen dem Pumpensystem (**12**) und der Einspritzvorrichtung (**26**) befindet, um unter Druck befindlichen Kraftstoff für Einspritzereignisse unabhängig von dem Pumpensystem (**12**) zu speichern, und eine Kraftstoffzufuhr (**43**) zum Zuführen von Kraftstoff zum Pumpensystem (**12**) und zu der Einspritzvorrichtung (**26**) über den Speicher (**24**), gekennzeichnet durch eine Speicher-Füll-Ventilanordnung (**20, 100, 200**), welche in Fluidverbindung mit dem Speicher (**24**) montiert ist und zwischen einem offenen Zustand und einem geschlossenen Zustand verstellbar ist, wobei der Speicher (**24**) im offenen Zustand mit der Pumpenkammer (**18**) in Fluidverbindung steht und der Speicher (**24**) im geschlossenen Zustand nicht mit der Pumpenkammer (**18**) in Fluidverbindung steht.

2. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Anspruch 1, bei dem die Speicher-Füll-Ventilanordnung (**20, 100, 200**) einen Kolben (**44, 112**) umfasst, von dem sich ein Abschnitt (**62, 126**) mit der Kraftstoffzufuhr (**43**) in Fluidverbindung befindet, und von dem sich ein anderer Abschnitt (**66, 106**) in Fluidverbindung mit dem Speicher (**24**) befindet, wobei der Kolben (**44, 112**) gegen den Druck in der Kraftstoffzufuhr (**43**) in den geschlossenen Zustand bewegt werden wird, wenn der Druck in dem Speicher (**24**) einen Sollwert übersteigt.

3. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Anspruch 2, bei dem der Druck in der Kraftstoffzufuhr (**43**) einstellbar ist und das Einstellen des Kraftstoff-Zufuhrdrucks einen Sollwert einstellen wird, oberhalb dessen sich die Speicher-Füll-Ventilanordnung (**20, 100, 200**) schließen wird.

4. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Anspruch 2 oder 3, bei dem der Kolben (**44, 112**) gegen den Druck in dem Speicher (**24**) mit einer Feder (**60**) vorgespannt ist.

5. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Anspruch 2 oder 3, bei dem der Kolben (**112**) einen Abschnitt (**108, 118**) hat, der sich in Fluidverbindung mit der Pumpenkammer (**18**) befindet, und bei dem der Druck in der Pumpenkammer (**18**) den Kolben (**112**) gegen den Druck in dem Speicher (**24**) vorspannt.

6. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Ansprüchen 2 bis 5, bei dem der Kolben (**112**) unterschiedliche Durchmesser hat, um ein Verstärkungsverhältnis über die Speicher-Füll-Ventilanordnung (**100, 200**) herzustellen.

7. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Ansprüchen 1 bis 6, bei dem die Speicher-Füll-Ventilanordnung (**100, 200**) eine Einlassleitung (**46**) hat, die sich in Fluidverbindung mit der Pumpenkammer (**18**) befindet, und eine Verengung (**128**) in der Einlassleitung (**46**), um einen selbstverstärkten Druckverstärker über das Speicher-Ventil herzustellen.

8. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Anspruch 7, welches ferner ein gestuftes Ventilelement (**114**) umfasst.

9. Kraftstoff-Einspritzsystem (**10, 10'**) nach Ansprüchen 1 bis 8, welches ferner eine Leitung (**202**) umfasst, die sich zwischen der Speicher-Füll-Ventilanordnung (**100, 200**) und dem Oberteil der Düse (**32**) erstreckt.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

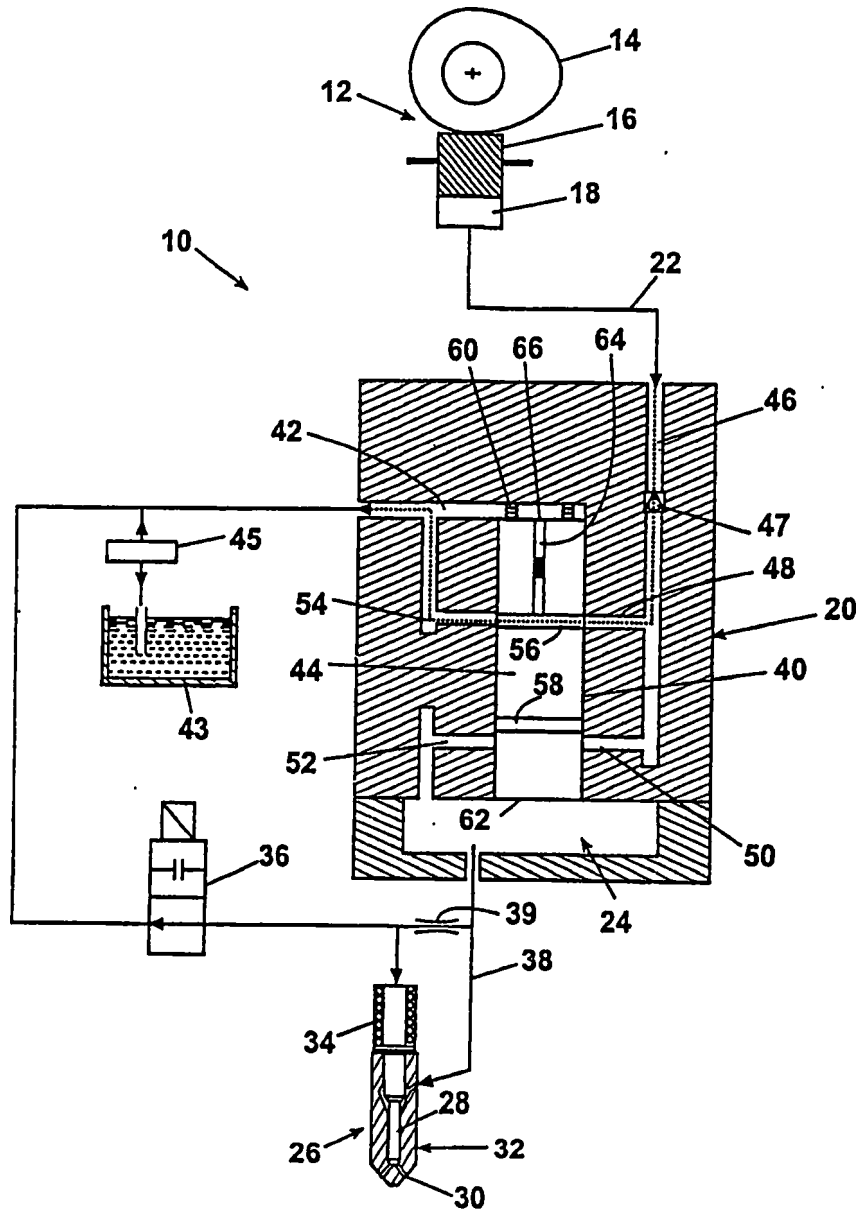


Fig. 1

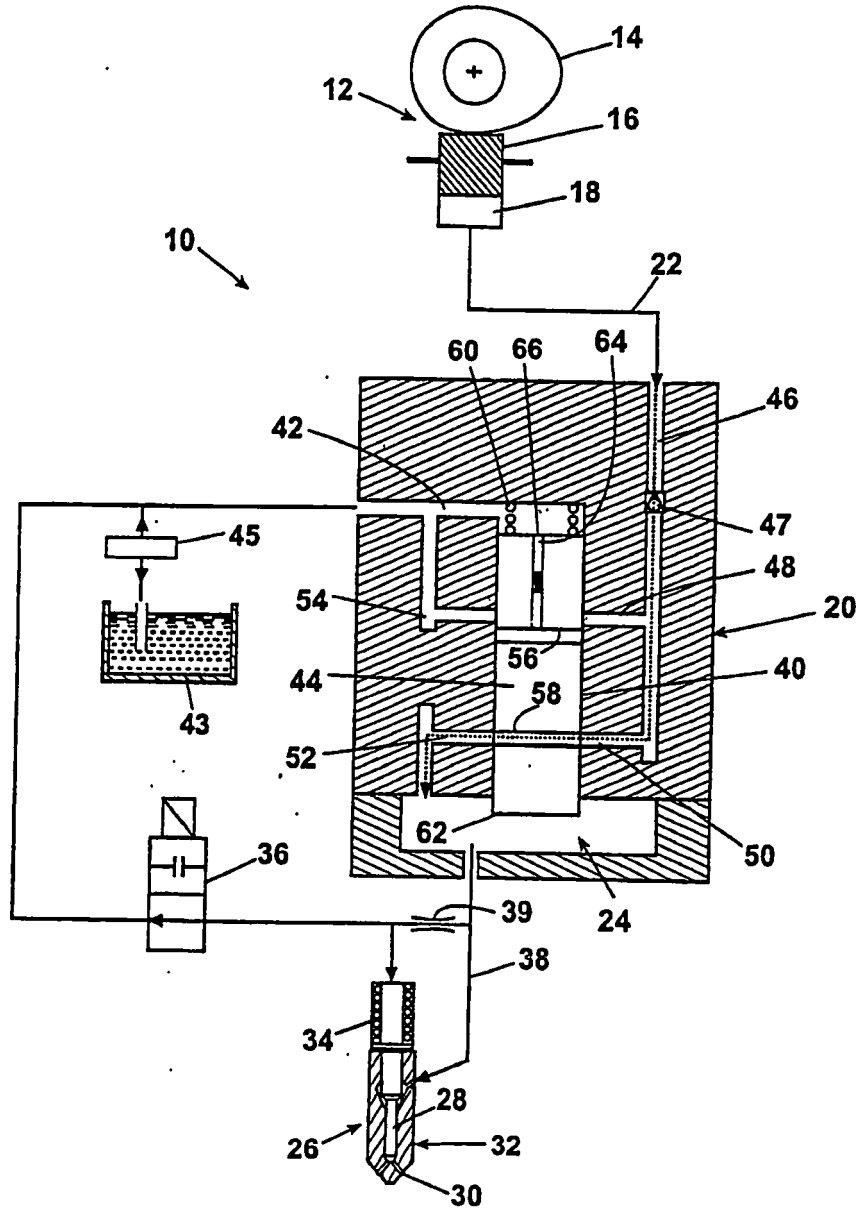


Fig. 2

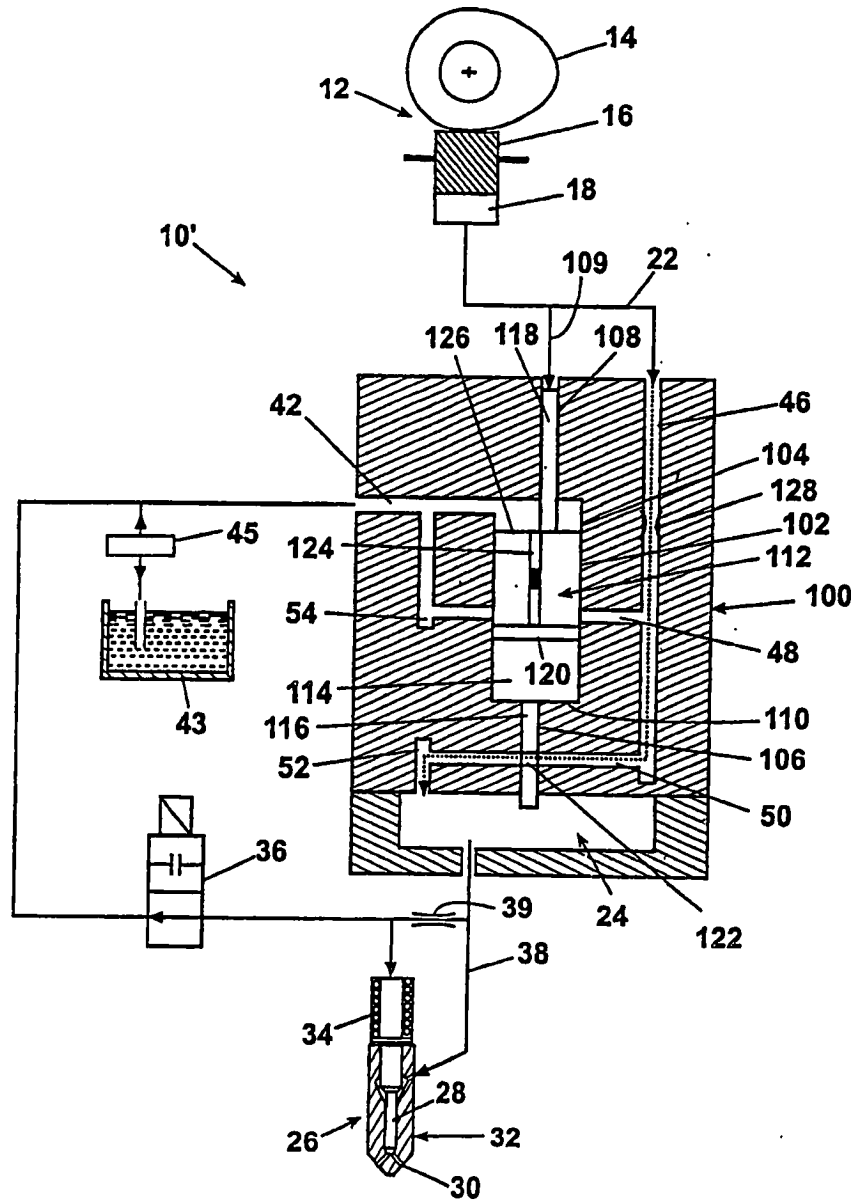


Fig. 3

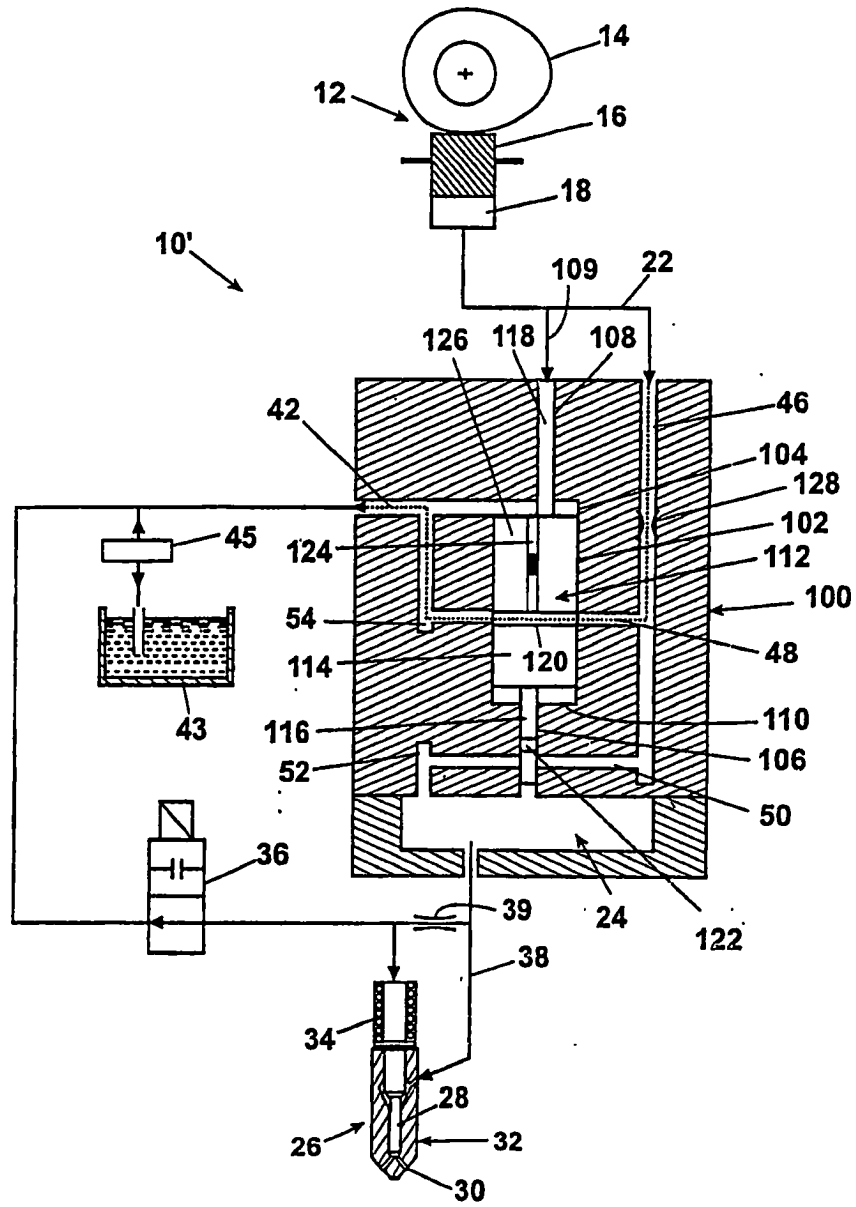


Fig. 4

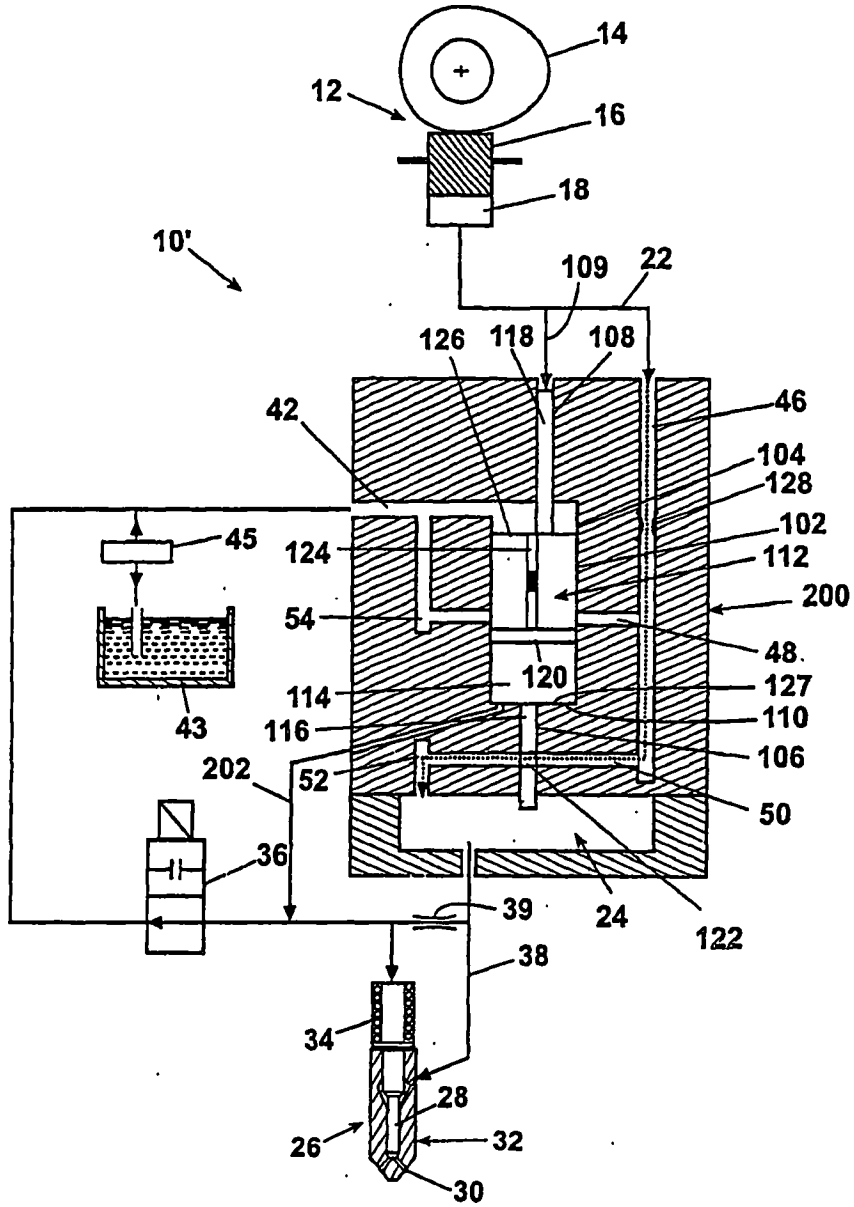


Fig. 5

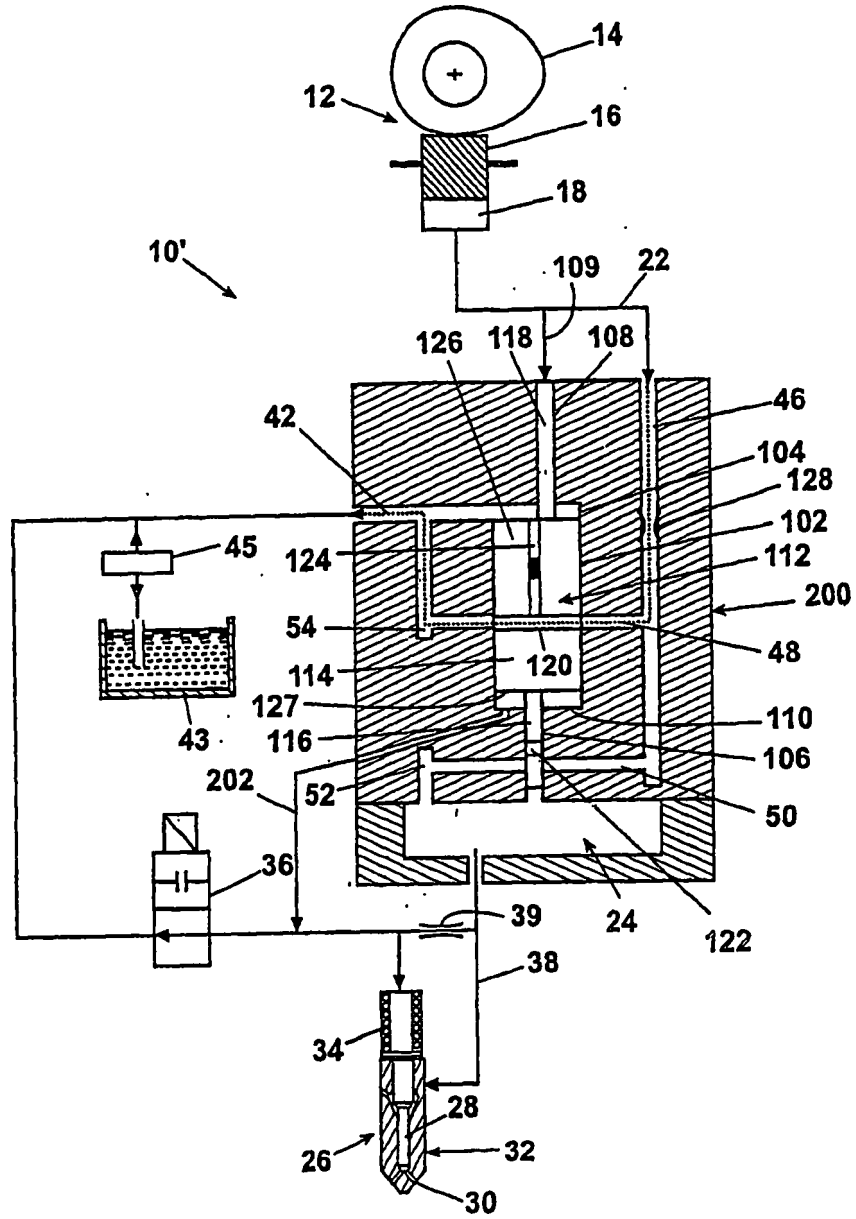


Fig. 6