



(10) **DE 10 2013 000 048 B3** 2014.06.12

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 000 048.3**  
 (22) Anmeldetag: **07.01.2013**  
 (43) Offenlegungstag: –  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **12.06.2014**

(51) Int Cl.: **F02M 45/08** (2006.01)  
**F02M 43/04** (2006.01)  
**F02M 45/02** (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).

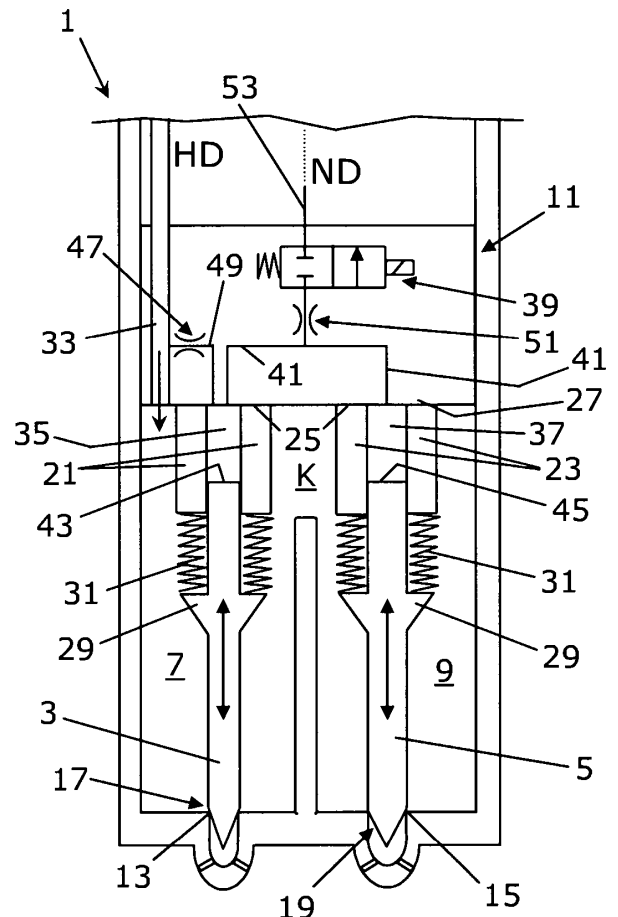
(73) Patentinhaber:  
**L'Orange GmbH, 70435, Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Hagen, Dominik, 70435, Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:  
**Schimek, Wolfgang, Dipl.-Ing. Univ., 86159,  
 Augsburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**GB 549 419 A**  
**EP 1 541 859 B1**  
**WO 2012/ 072 881 A1**

(54) Bezeichnung: **Doppelnadelinjektor**



(57) Zusammenfassung: Doppelnadelinjektor (1) mit zwei indirekt gesteuerten Düsenadeln (3, 5), welche nebeneinander angeordnet und über je einen eigenen Steuerraum (35, 37) des Injektors (1) steuerbar sind, wobei der Injektor (1) ausgebildet ist, stets ein einheitliches Steuerdruckniveau in den Steuerräumen (35, 37) einzustellen, wobei die dem Steuerdruck ausgesetzten Wirkquerschnittsflächen (37, 39) der Düsenadeln (3, 5) in den Steuerräumen (35, 37) verschieden sind.

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Doppelnadelinjektor gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, insbesondere für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung, z. B. eines Kraftfahrzeugs.

**[0002]** Aus der Druckschrift GB 549 419 A ist technologischen Hintergrund darstellend ein druckgesteuerter Doppelnadelinjektor bekannt, bei welchem Ventilen für ein zeitlich versetztes Öffnen jeweiliger Düsenventile unterschiedlich belastet und/oder dimensioniert sind.

**[0003]** Im Stand der Technik ist aus der Druckschrift EP 1 541 859 B1 weiterhin ein indirekt (über Pilotventil und Steuerraum) gesteuerter Doppelnadelinjektor bekannt, welcher unter Verwendung einer inneren und einer äußeren Düsennadel (koaxial angeordnete Düsennadeln) die Formung des Einspritzratenverlaufs ermöglicht. Der äußeren Düsennadel ist hierbei ein Mitnehmer zugeordnet, welcher das Öffnen und Schließen der inneren Düsennadel bewirkt. Nachteilig hierbei ist, dass der Injektor mechanisch aufwändig zu fertigen und schwierig zu steuern ist. Aufgrund der übereinander angeordneten Spritzlöcher ergeben sich weitere Schwierigkeiten.

**[0004]** Ein gattungsgemäßer Doppelnadelinjektor ist daneben aus der Druckschrift WO 2012/072 881 A1 bekannt, jedoch wiederum mit kompliziertem Aufbau und aufwändiger Ausgestaltung einhergehend.

**[0005]** Ausgehend hiervon liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Doppelnadelinjektor bereitzustellen, welcher die Nachteile des Standes der Technik überwindet, insbesondere einfach aufgebaut und robust ist.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsformen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen angegeben.

**[0007]** Vorgeschlagen wird erfindungsgemäß ein Doppelnadelinjektor mit zwei indirekt gesteuerten Düsennadeln, welche nebeneinander angeordnet und über je einen eigenen (separaten) Steuerraum des Doppelnadelinjektors steuerbar sind. Der Doppelnadelinjektor ist ausgebildet, stets ein einheitliches Steuerdruckniveau (Flüssigkeitsdruck) in den Steuerräumen einzustellen, wobei dem Steuerdruck ausgesetzte Wirkquerschnittsflächen der Düsennadeln in den Steuerräumen verschieden sind. Der vorgeschlagene Doppelnadelinjektor ist mechanisch robust und vorteilhaft unaufwändig steuerbar.

**[0008]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist der Doppelnadelinjektor zur Einstellung des

einheitlichen Steuerdruckniveaus eine Kommunikationsverbindung zwischen den Steuerräumen auf.

**[0009]** Weiterhin wird im Rahmen der Erfindung ermöglicht, dass der Doppelnadelinjektor zur Einstellung des Steuerdruckniveaus in den Steuerräumen vorteilhaft nur eine einzige Zulaufdrossel und/oder nur eine einzige Ablaufdrossel aufweist. Auch – wiederum für eine unaufwändige Herstellung günstig – kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen sein, dass der Doppelnadelinjektor lediglich ein einziges Steuerventil (Pilotventil, d. h. für indirekte Steuerung) für die selektive Entlastung beider Steuerräume aufweist. Dies kann ein günstiges 2/2-Wegeventil sein.

**[0010]** Die Ablaufdrossel kann in einem Strömungsweg am Doppelnadelinjektor angeordnet sein, welcher von den Steuerräumen, insbesondere von der Kommunikationsverbindung, zu einer Niederdruckseite führt (Leckage), woneben das Steuerventil bevorzugt eingerichtet ist, den Strömungsweg zur Niederdruckseite stromabwärts der Ablaufdrossel selektiv zu versperren.

**[0011]** Besonders bevorzugt ist der Doppelnadelinjektor weiterhin derart ausgebildet, dass jede Düsennadel mittels eines Volumens im Doppelnadelinjektor (z. B. Ringraum um die Düsennadel) mit einem Öffnungsdruck beaufschlagbar ist, wobei der Doppelnadelinjektor ausgebildet ist, einheitlichen Systemdruck in den Volumina einzustellen, insbesondere über eine kommunizierende Verbindung der Volumina.

**[0012]** Mit dem vorgeschlagenen Doppelnadelinjektor, insbesondere auch einer Mehrzahl derselben, kann eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung gebildet sein, z. B. ein Common-Rail-System.

**[0013]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnungen, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigen, und aus den Ansprüchen. Die einzelnen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination bei einer Variante der Erfindung verwirklicht sein.

**[0014]** Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0015]** Fig. 1 exemplarisch ein Schema eines Doppelnadelinjektors gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung; und

**[0016]** Fig. 2a und b exemplarisch und schematisch Diagramme des Nadelhubs und der resultierenden Einspritzrate eines erfindungsgemäßen Doppelnadelinjektors.

**[0017]** In der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen entsprechen gleichen Bezugszeichen Elemente gleicher oder vergleichbarer Funktion.

**[0018]** Fig. 1 zeigt exemplarisch und schematisch einen Doppelnadelinjektor **1** zur Verwendung mit einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung, d. h. zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkammer. Bevorzugt wird der Doppelnadelinjektor **1** mit einem Common-Rail-System verwendet.

**[0019]** Der Doppelnadelinjektor **1** umfasst zwei indirekt gesteuerte Düsennadeln **3** und **5**, welche je in einem Volumen bzw. einer Bohrung **7** bzw. **9** im Injektorgehäuse **11** axial verschieblich aufgenommen nebeneinander angeordnet sind. Jede Düsennadel **3** bzw. **5** wirkt gegen einen Ventilsitz **13** bzw. **15** eines Düsenventils **17** bzw. **19**. Über das jeweilige Düsenventil **17** bzw. **19** am düsennahen Ende des Doppelnadelinjektors **1** können in Abhängigkeit der gesteuerten Stellung der Düsennadel **3** bzw. **5** Spritzlöcher (Düsen) seitens der Bohrung **7** bzw. **9** angeströmt, d. h. Kraftstoff im Rahmen eines Einspritzvorgangs ausgebracht werden.

**[0020]** Jede Düsennadel **3** bzw. **5** ist an ihrem düsenfernen Ende in einer Nadelhülse **21** bzw. **23** geführt, welche ebenfalls in der Bohrung **7** bzw. **9** aufgenommen sein kann, und welche mit einem düsenfernen Ende **25** je gegen ein Anschlagelement **27**, zum Beispiel in Form einer Ventilplatte gedrängt ist.

**[0021]** Zwischen dem düsennahen Ende der jeweiligen Nadelhülse **21** bzw. **23** und einer Ringschulter **29** der jeweiligen Düsennadel **3** bzw. **5** ist eine Schraubendruckfeder **31** angeordnet, welche die jeweilige Düsennadel **3** bzw. **5** in Schließstellung drängt. Daneben kann eine jeweilige Bohrung **7** bzw. **9** über wenigstens einen Hochdruckkanal **33** am Doppelnadelinjektor **1** angeströmt werden, d. h. mit hochdruckbeaufschlagtem Kraftstoff.

**[0022]** Zur indirekten Steuerung der Düsennadeln **3** bzw. **5** (Nadelhub), ist jeder Düsennadel **3** bzw. **5** ein eigener Steuerraum **35** bzw. **37** am Doppelnadelinjektor **1** zugeordnet, wobei die Steuerräume über ein (einziges) Pilot- bzw. Steuerventil **39**, bevorzugt ein 2/2-Wege-Ventil, selektiv druckentlastet werden können. Ein jeweiliger Steuerraum **35** bzw. **37** kann mittels einer Nadelführungshülse **21** bzw. **23**, dem Anschlagelement **27** und dem düsenfernen Ende der jeweiligen Düsennadel **3** bzw. **5** definiert sein.

**[0023]** Für insbesondere eine einfache Steuerung des Doppelnadelinjektors **1**, einhergehend insbesondere auch mit der Möglichkeit, denselben robust gestalten zu können, ist der Doppelnadelinjektor **1** zum einen ausgebildet, stets ein einheitliches Steuerdruckniveau in den Steuerräumen **33** bzw. **35** einzustellen. Hierzu kann bevorzugt eine Kommunika-

tionsverbindung **41** zwischen den Steuerräumen **35** bzw. **37** am Injektor **1**, zum Beispiel an der Ventilplatte **27** gebildet sein, zum Beispiel in Form einer kommunizierenden Bohrung (Brücke).

**[0024]** Zum zweiten ist der Doppelnadelinjektor **1** daneben derart ausgebildet, dass die dem Steuerdruck ausgesetzten Wirkquerschnittsflächen **43** bzw. **45** (Nadelendflächen **43**, **45**) der Düsennadeln **3** bzw. **5** in den Steuerräumen **35** bzw. **37** verschieden sind. Durch das einheitliche Steuerdruckniveau in Verbindung mit den unterschiedlichen Wirkquerschnittsflächen **43** bzw. **45** können unterschiedliche Kräfte an den Düsennadeln **3** bzw. **5** in Schließrichtung eingestellt werden, wobei die Höhe der jeweiligen Kraft in Kenntnis des Steuerdrucks jedoch auf einfache Weise bestimmbar ist, z. B. korrespondierend mit  $p = F/A$ , wobei  $p$  den Druck,  $F$  die erzeugte Kraft und  $A$  die Fläche **43** bzw. **45** bezeichnet. Hierdurch ist eine äußerst einfache Systemabstimmung ermöglicht. Einhergehend gelingt es dadurch vorteilhaft, über die gewählten Wirkquerschnittsflächen **43**, **45**, die Düsennadeln **3** bzw. **5** zeitlich – insbesondere definiert – versetzt aus ihrem Sitz **13** bzw. **15** abheben zu lassen, i. e. im Zuge einer Entlastung der Steuerräume **35** bzw. **37**, und somit auf einfache Weise eine abgasqualitätsverbessernde Formung des Einspritzratenverlaufs erzielen zu können, z. B. durch ein Hubsteuerverhalten der Düsennadeln **3** bzw. **5** gemäß Fig. 2a und einen korrespondierenden Einspritzratenverlauf gemäß Fig. 2b.

**[0025]** Eine weiter vereinfachte Steuermöglichkeit kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung durch Ausbildung des Doppelnadelinjektor **1** derart erreicht werden, dass stets auch einheitlicher Systemdruck in den Volumina **7**, **9** – über welche eine jeweilige Düsennadel **3** bzw. **5** mit einem Öffnungsdruck beaufschlagbar ist (i. e. gegen die Schulter **29**) – einstellbar ist. Hierzu kann eine Kommunikationsverbindung der Volumina **7** und **9** vorgesehen sein, z. B. gebildet durch einen (Bohr) Kanal **K**. Vorteilhaft kann auch der Fertigungsaufwand hierbei gering gehalten werden, als eine einzige Hochdruckleitung **33** zur Anströmung der Volumina **7**, **9** ausreicht.

**[0026]** Im Rahmen der Erfindung kann vorgesehen sein, die Steuerräume **35** und **37** über eine gemeinsame, insbesondere einzige Zulaufdrossel **47** anzuströmen. Die Zulaufdrossel **43** kann in einem Hochdruckströmungsweg **49** zu einem der Steuerräume **35** und/oder **37** angeordnet sein, wobei der Strömungsweg **49** z. B. von dem Hochdruckkanal **33** abzweigt.

**[0027]** Weiterhin kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, eine Entlastung der Steuerräume **35** und **37** über eine, insbesondere eine einzige Ablaufdrossel **51** des Doppelnadelinjektors **1**, zu ermöglichen. Die Ablaufdrossel **51** kann in einem Strömungsweg **53** angeordnet sein, welcher ei-

nenends mit den Steuerräumen **35** und **37** kommuniziert, und andernends selektiv zur Niederdruckseite freischaltbar ist, i. e. bevorzugt über das einzig erforderliche Steuerventil **39**. Bevorzugt kann der Strömungsweg **53** mit der Kommunikationsverbindung **41** kommunizieren.

**[0028]** Nachfolgend wird der Betrieb des Doppelnadelinjektors **1** kurz erläutert.

**[0029]** Ausgehend von der in **Fig. 1** gezeigten Schließstellung der Düsenadeln **3**, **5** herrscht vor einem Einspritzvorgang ein einheitliches Hochdruck-Steuerdruckniveau in den belasteten Steuerräumen **35**, **37** aufgrund des über die Zulaufdrossel **43** in die Steuerräume **35**, **37** eingebrachten Kraftstoffs (daneben auch ein einheitliches Systemdruckniveau in den Volumina **7**, **9**). Hierbei erfährt die Düsenadel **5** eine höhere Schließkraft als die Düsenadel **3**, insoweit als die Düsenadel **5** eine größere Wirkquerschnittsfläche **45** als die Düsenadel **3** aufweist.

**[0030]** Um die Düsenventile **17**, **19** für einen Einspritzvorgang offenzusteuern (indirekte Nadelsteuerung), wird das Steuerventil **39** geöffnet, woraufhin der Druck in den Steuerräumen **35** und **37** – in Abhängigkeit des Größenverhältnisses Ablaufdrossel **51**/Zulaufdrossel **47** – abgebaut wird, das heißt durch das Abfließen von Kraftstoff aus den Steuerräumen **35**, **37** über den Ablaufströmungsweg **53** mit der Ablaufdrossel **51**.

**[0031]** Aufgrund der unterschiedlichen Wirkquerschnittsflächen **43**, **45** werden unterschiedliche Zeiträume benötigt, um die Kräfte auf die Düsenadeln **3** und **5** in Schließrichtung soweit abzusenken, dass diese aufgrund des Systemdrucks bzw. Hochdrucks in der Bohrung **7** bzw. **9**, welcher mittels der Schulter **19** eine Kraft auf die jeweilige Düsenadel in Öffnungsrichtung bewirken kann, aus ihrem Ventilsitz **13** bzw. **15** verschoben werden. Die Wirkquerschnittsflächen **43** bzw. **45** sind dabei bevorzugt so ausgelegt, dass die Düsenadel **3** zeitlich vor der Düsenadel **5** öffnet und somit in dem resultierenden Einspritzratenverlauf zwei Flanken A, B unterschiedlicher Steigung entstehen, **Fig. 2b**. Die Düsenadel **5** kann mit ihrem Ventilsitz **15** bevorzugt ein Düsenventil **19** mit einem größeren freigebbaren Ventilquerschnitt bilden als die Düsenadel **3** mit ihrem Ventilsitz **13**, wozu der Ventilsitz **15** als auch die Düsenadel **5** einen größeren Durchmesser aufweisen können als der Ventilsitz **13** und die Düsenadel **3**.

**[0032]** Für ein Schließen der Düsenadeln **3**, **5** entsprechend einem Beenden des Einspritzvorgangs, wird zunächst das Steuerventil **39** geschlossen. Hierbei wird wiederum ein einheitliches Systemdruck-Steuerdruckniveau in den Steuerräumen **35**, **37** eingestellt, das heißt über die Zulaufdrossel **47** und den nunmehr versperrten Ablaufströmungsweg **53**. Un-

terstützt durch die Schließkraft der Feder **31** beginnen die Düsenadeln **3** bzw. **5** im Wesentlichen zeitgleich zu schließen, wobei die Düsenadel **5** geringfügig langsamer schließt, insoweit als der Druckaufbau im Steuerraum **37** aufgrund des größeren Volumens etwas länger dauert.

**[0033]** Ersichtlich ermöglicht die Erfindung vorteilhaft eine gestufte Einspritzung und damit die Beeinflussung der gesamten Einspritzrate des Doppelnadelinjektors **1** durch die Kombination unterschiedlicher Öffnungszeiten der Düsenadeln **3** und **5**. Daneben können weitere beeinflussende Maßnahmen vorgesehen sein, z. B. unterschiedlich ausgelegte Federn **31** oder z. B. unterschiedlich ausgeformte Schultern **29**.

### Patentansprüche

1. Doppelnadelinjektor (**1**) mit zwei indirekt gesteuerten Düsenadeln (**3**, **5**), welche nebeneinander angeordnet und über je einen eigenen Steuerraum (**35**, **37**) des Doppelnadelinjektors (**1**) steuerbar sind, wobei der Doppelnadelinjektor (**1**) ausgebildet ist, stets ein einheitliches Steuerdruckniveau in den Steuerräumen (**35**, **37**) einzustellen, wobei dem Steuerdruck ausgesetzte Wirkquerschnittsflächen (**43**, **45**) der Düsenadeln (**3**, **5**) in den Steuerräumen (**35**, **37**) verschieden sind.

2. Doppelnadelinjektor (**1**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Doppelnadelinjektor (**1**) zur Einstellung des einheitlichen Steuerdruckniveaus eine Kommunikationsverbindung (**41**) zwischen den Steuerräumen (**35**, **37**) aufweist.

3. Doppelnadelinjektor (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Doppelnadelinjektor (**1**) zur Einstellung des Steuerdruckniveaus in den Steuerräumen (**35**, **37**) lediglich eine Zulaufdrossel (**47**) und/oder lediglich eine Ablaufdrossel (**51**) aufweist.

4. Doppelnadelinjektor (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Doppelnadelinjektor (**1**) lediglich ein Steuerventil (**39**) für eine selektive Entlastung der Steuerräume (**35**, **37**) aufweist.

5. Doppelnadelinjektor (**1**) nach Anspruch 3 oder Anspruch 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ablaufdrossel (**51**) in einem Strömungsweg (**53**) am Doppelnadelinjektor (**1**) angeordnet ist, welcher von den Steuerräumen (**35**, **37**) zu einer Niederdruckseite (ND) abzweigt.

6. Doppelnadelinjektor (**1**) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuerventil (**39**) eingerichtet ist, den Strömungsweg (**53**) zur Nieder-

druckseite (ND) stromabwärts der Ablaufdrossel (**51**) selektiv zu versperren.

7. Doppelnadelinjektor (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Düsennadel (**3, 5**) mittels eines Volumens (**7, 9**) im Doppelnadelinjektor (**1**) mit einem Öffnungsdruck beaufschlagbar ist, wobei der Doppelnadelinjektor (**1**) ausgebildet ist, ein einheitliches Systemdruckniveau in den Volumina (**7, 9**) einzustellen.

8. Doppelnadelinjektor (**1**) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Volumina (**7, 9**) miteinander kommunizieren.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung, gekennzeichnet durch wenigstens einen Doppelnadelinjektor (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

