

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 144 841 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.07.2005 Patentblatt 2005/29**

(51) Int Cl.7: **F02M 47/02**, F02M 59/46,  
F02M 51/06, F02M 61/16

(21) Anmeldenummer: **00943547.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2000/001408**

(22) Anmeldetag: **04.05.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2000/068563 (16.11.2000 Gazette 2000/46)**

**(54) VERFAHREN ZUM POSITIONIEREN DES STELLANTRIEBS IN EINEM KRAFTSTOFFINJEKTOR UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

METHOD FOR POSITIONING THE ACTUATING DRIVE IN A FUEL INJECTOR AND DEVICE FOR IMPLEMENTING SAID METHOD

PROCEDE POUR POSITIONNER L'ENTRAINEMENT DE REGLAGE DANS UN INJECTEUR DE CARBURANT, ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **07.05.1999 DE 19921242**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.10.2001 Patentblatt 2001/42**

(60) Teilanmeldung:  
**04026927.6 / 1 505 295**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **RIZK, Reda D-51143 Köln (DE)**  
• **NEUMAIER, Martin D-85669 Reithofen (DE)**

- **FRANK, Wilhelm D-96049 Bamberg (DE)**
- **LEWENTZ, Günter D-93055 Regensburg (DE)**
- **KLÜGL, Wendelin D-92358 Seubersdorf (DE)**
- **LEHMANN, Stefan D-93053 Regensburg (DE)**
- **SCHMUTZLER, Gerd D-93138 Kareth (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 816 670 WO-A-96/41947**  
**WO-A-99/17014 US-A- 4 365 747**  
**US-A- 4 610 080 US-A- 5 740 969**

Bemerkungen:  
Derzeit sind die WIPO-Publikationsdaten A3 nicht verfügbar.

**EP 1 144 841 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1; eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 4 und einen Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

**[0002]** Bei der Kraftstoffversorgung von Verbrennungsmotoren werden zunehmend Speichereinspritzsysteme verwendet, bei denen mit sehr hohen Einspritzdrücken und schnellen Schaltgeschwindigkeiten gearbeitet wird. Solche Einspritzsysteme sind als Common-Rail-Systeme (für Dieselmotoren) und HPDI-Einspritzsysteme (für Ottomotoren) bekannt. Bei diesen Speichereinspritzsystemen wird der Kraftstoff mittels einer Hochdruckpumpe in einen allen Zylindern des Motors gemeinsamen Hochdruckspeicher gefördert, von dem aus der Kraftstoff mit Hilfe von Kraftstoffinjektoren in die einzelnen Brennkammern des Verbrennungsmotors eingespritzt wird.

**[0003]** Der Kraftstoffinjektor umfaßt im allgemeinen ein Einspritzventil, das hydraulisch von einem Servoventil geöffnet und geschlossen wird, um den zeitlichen Verlauf des Einspritzvorgangs in der Brennkammer genau festzulegen.

**[0004]** Das Servoventil wird dabei von einem elektrisch angesteuerten Aktor betätigt, wobei sich vor allem der Einsatz von piezoelektrischen Aktoren zum Erzielen ausreichend kurzer Schaltzeiten als günstig erwiesen hat. In einem solchen piezoelektrischen Aktor wird durch Anlegen von Spannung eine Längsdehnung hervorgerufen, die auf das Servoventil übertragen wird, das dann wiederum das Einspritzventil öffnet oder schließt.

**[0005]** Damit die im  $\mu\text{m}$ -Bereich liegende Längsdehnung des piezoelektrischen Aktors das Servoventil betätigen kann, wird diese Längsdehnung im allgemeinen entweder mechanisch durch einen in Kraftstoff gelagerten Hebelübersetzer oder hydraulisch durch einen Druckraum verstärkt.

**[0006]** Ein Kraftstoffinjektor mit einem Piezoaktor und hydraulischer Verstärkung ist zum Beispiel im US-Patent Nr. 5 779 149 beschrieben.

**[0007]** Um die für einen optimalen Verbrennungsverlauf erforderlichen hohen Schaltgeschwindigkeiten und kleinen Einspritzmengen mit dem Kraftstoffinjektor erzielen zu können, ist es erforderlich, den Kraftstoffinjektor sehr genau einzustellen.

**[0008]** Dies gilt insbesondere für den Leerhub zwischen dem piezoelektrischen Aktor und dem Servoventil. Der Leerhub soll einerseits möglichst klein sein, um stets definierte Bedingungen zu haben und um die dynamischen Belastungen gering zu halten. Andererseits muß stets ein Mindestspiel zwischen Aktor und Stellelement gewährleistet sein, um Fehlfunktionen im Betrieb zu vermeiden.

**[0009]** Die Einstellung des Leerhubs im Kraftstoffin-

jektor wird bisher so vorgenommen, daß die genaue Anordnung der einzelnen Komponenten des Kraftstoffinjektors und insbesondere deren Abstände zueinander rechnerisch aus den Abmessungen dieser Komponenten ermittelt werden.

**[0010]** Dazu muß jede Komponente einzeln aufwendig vermessen werden. Nach dem Ausmessen wird der Leerhub dann durch zwischen dem Injektorgehäuse und dem Aktor bzw. dem Servoventil angeordnete Einstellscheiben eingestellt, die nur eine minimale Toleranz aufweisen dürfen und die deshalb in der Fertigung sehr aufwendig sind.

**[0011]** Um den eingestellten Leerhub zu überprüfen, ist es bisher weiterhin erforderlich, den Kraftstoffinjektor komplett zusammenzubauen und unter Betriebsbedingungen zu testen. Falls Funktionsfehler festgestellt werden, muß der Kraftstoffinjektor nach dem Testlauf wieder vollständig in seine Einzelteile zerlegt, neu vermessen und eventuell nachgearbeitet werden bzw. es müssen Einstellscheiben ausgetauscht werden.

**[0012]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektor und eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens zu schaffen, bei dem bzw. bei der mit geringem Aufwand ein zuverlässiges Positionieren des Stellantriebs im Kraftstoffinjektor möglich ist und das bzw. die eine serientaugliche Funktionsprüfung des Kraftstoffinjektors erlaubt.

**[0013]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1, im Patentanspruch 4 oder im Patentanspruch 9 angegebenen Maßnahmen und alternativ mit den in den Patentansprüchen 5 und 6 angegebenen Maßnahmen gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angeführt.

**[0014]** Die obige Aufgabe wird demnach erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Einstellung des Leerhubs so vorgenommen wird, daß an den Piezoaktor vor dessen Einbau in den Kraftstoffinjektor eine definierte Spannung angelegt wird, um eine Längsdehnung der Piezoelemente hervorzurufen, die exakt dem gewünschten Leerhub entspricht. In diesem Zustand, das heißt bei anliegender Spannung, wird die Bodenplatte des Piezoaktors mit dem Gehäuse des Aktors plan geschliffen. Im strom- bzw. spannungslosen Zustand steht die Bodenplatte gegenüber dem Aktorgehäuse dann um den Leerhub zurück. Ferner ist erfindungsgemäß ein Ausgleichsring zwischen Piezoaktor und dem Gehäuse des Kraftstoffinjektors vorgesehen. Der Ausgleichsring wird in den bis auf den Piezoaktor komplett zusammengebauten Kraftstoffinjektor eingelegt und durch eine Vorspanneinrichtung mit planer Wirkfläche so lange verformt, bis das Servoventil von seinem Ventilsitz abhebt. Schraubt man anschließend anstelle der Vorspanneinrichtung den Piezoaktor bis zum Anschlag am Ausgleichsring in das Injektorgehäuse ein, so stellt sich zwangsläufig der vorher wie oben angegeben eingestellte Leerhub zwischen der Bodenplatte des Piezo-

aktors und dem Stellelement des Kraftstoffinjektor-Servoventils ein. Damit wird eine Wirkverbindung zwischen dem Piezoaktor und dem Stellelement für das Servoventil mit festgelegten Positionen derart ausgebildet, daß der Leerhub zwischen Piezoaktor und Stellelement trotz der unvermeidlichen Herstellungstoleranzen der einzelnen Bauteile immer dem vorgegebenen Wert entspricht.

**[0015]** Zum Planschleifen von Gehäuse und Bodenplatte des Piezoaktors wird dieser vorzugsweise in eine Schleifmaschine eingespannt, wobei die vorgegebene Spannung über Schleifringe an den Piezoaktor angelegt wird. Der Ausgleichsring besteht vorzugsweise aus Weicheisen oder weichem Kupfer. Beim Vorspannen fließt das Material des Ausgleichsringes, wodurch sich die Dicke des Ausgleichsringes bleibend verändert.

**[0016]** Alternativ kann auch der Piezoaktor vor seinem Einbau ohne anliegende Spannung plan geschliffen werden, wobei der vorgesehene Leerhub bei der Verformung des Ausgleichsringes über eine Erhebung an der Vorspanneinrichtung eingestellt wird. Bei dieser alternativen Ausführungsform besteht somit die Vorspanneinrichtung nicht aus einem ebenen Stempel, sondern aus einem Stempel mit geprägter Vorderseite.

**[0017]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt schematisch eine Schnittansicht eines Kraftstoffinjektors im Bereich der Verbindung zwischen einem Piezoaktor und einem Stellantrieb für ein Servoventil.

**[0018]** Die Figur der Zeichnung zeigt im Schnitt einen Teil eines Injektors zur Kraftstoffeinspritzung in den Brennraum eines Verbrennungsmotors bei einem Common-Rail-System. In das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors ist ein Piezoaktor 2 mit einem Gehäuse 3 und einer Bodenplatte 4 eingeschraubt. Im Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 befindet sich eine Piezoelementanordnung (im einzelnen nicht gezeigt), mit der die Bodenplatte 4 in Verbindung steht. Wenn an die Piezoelementanordnung über (ebenfalls nicht gezeigte) Zuleitungen eine Spannung angelegt wird, verändert diese ihre Länge, und die Bodenplatte 4 verändert dadurch ihre Lage bezüglich des Aktorgehäuses 3.

**[0019]** Der Piezoaktor 2 wirkt, wenn er elektrisch angesteuert wird, auf ein Übertragungselement 5 im Kraftstoffinjektorgehäuse 1 ein. Das heißt, daß sich beim Anlegen einer Spannung an die genannte Piezoelementanordnung die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 aufgrund der von der angelegten Spannung hervorgerufenen Längsdehnung der Piezoelemente aus dem Aktorgehäuse nach außen, in der Zeichnung nach unten, verschiebt, wobei auch das Übertragungselement 5 entsprechend bewegt wird.

**[0020]** Das Übertragungselement 5 im Kraftstoffinjektorgehäuse 1 wirkt seinerseits auf einen Ventilstößel 6 ein, der an einem Ventilelement 7 eines Servoventils anliegt. Das Ventilelement 7 wird, solange der Piezoaktor 2 nicht angesteuert ist, von einer Feder 8 in seinen Ven-

tilsitz gedrückt.

**[0021]** Statt des gezeigten Übertragungselements 5 kann auch eine hydraulische Übersetzung des Hubs des Piezoaktors 2 vorgesehen werden. Im allgemeinen wirkt die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 auf ein Stellelement für das Servoventil des Kraftstoffinjektors ein. Piezoaktor 2 und Stellelement bilden den Stellantrieb für das Servoventil.

**[0022]** Beim Abheben des Ventilelements 7 von seinem Sitz, das heißt beim Öffnen des Servoventils, kann auf die bekannte Weise (siehe z.B. das eingangs genannte US-Patent 5 779 149) Kraftstoff aus der Steuerkammer des im Kraftstoffinjektor enthaltenen Einspritzventils am Ventilelement 7 vorbei abfließen, wodurch sich der Druck in der Steuerkammer verringert und das Einspritzventil öffnet.

**[0023]** Bei einer Beendigung der Ansteuerung des Piezoaktors 2 und der Rückkehr von Übertragungselement 5 und Ventilstößel 6 in die Ausgangsstellung wird das Ventilelement 7 des Servoventils von der Feder 8 wieder in seinen Sitz gedrückt, so daß sich in der Folge der Druck in der Steuerkammer des Einspritzventils wieder erhöht und das Einspritzventil schließt.

**[0024]** Zwischen dem Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 und dem Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors befindet sich ein Ausgleichsring 9.

**[0025]** Bei der Ansteuerung des Piezoaktors 2 bewegt sich somit die Bodenplatte 4 des Piezoaktors relativ zu dessen Gehäuse 3, das im Einbauzustand fest in das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors eingeschraubt ist. Das Übertragungselement 5, das ein mechanischer Hebelübersetzer oder ein hydraulischer Übersetzer sein kann, überträgt diese Bewegung verstärkt auf den Ventilstößel 6, der das Ventilelement 7 des Servoventils betätigt.

**[0026]** Zur Einstellung eines definierten Leerhubes  $\Delta h$  im Stellantrieb aus Piezoaktor 2, Übertragungselement 5 und Ventilstößel 6 wird der Piezoaktor 2 vor dem Einbau in das Injektorgehäuse 1 so bearbeitet, daß die Bodenplatte 4 um genau den vorgegebenen Leerhub  $\Delta h$  gegenüber dem Gehäuse 3 des Piezoaktors zurücksteht. Dazu wird an den Piezoaktor 2 vor dem Einbau in das Injektorgehäuse 1 genau die Spannung  $U$  angelegt, die eine Längsdehnung der Piezoelementanordnung entsprechend dem vorgegebenen Leerhub  $\Delta h$  bewirkt, und es werden das Gehäuse 3 und die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 bei angelegter Spannung  $U$  plan geschliffen.

**[0027]** Der Piezoaktor 2 kann dazu zum Beispiel in eine Schleifmaschine eingespannt werden, wobei die Spannung  $U$  über Schleifringe zugeführt wird.

**[0028]** Nach dem Schleifvorgang und nach Wegnahme der Spannung  $U$  steht dann die Bodenplatte 4 um den vorgegebenen Leerhub  $\Delta h$  gegenüber dem Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 zurück.

**[0029]** Die Herstellungs- und sonstigen Toleranzen seitens des Kraftstoffinjektors werden durch den Ausgleichsring 9 ausgeglichen.

**[0030]** Der Ausgleichsring 9, der aus einem weichen, verformbaren Material wie Weicheisen oder weichem Kupfer besteht, wird in den bis auf den Piezoaktor 2 komplett zusammengebauten Kraftstoffinjektor eingelegt. Dann wird anstelle des Piezoaktors 2 eine Vorspanneinrichtung in den Kraftstoffinjektor eingeschraubt, deren Vorderseite, die der Seite des Piezoaktors 2 mit der Bodenplatte 4 entspricht, vollständig plan ist. Die Vorspanneinrichtung wird so weit eingeschraubt, bis aufgrund der Betätigung des Übertragungselements 5 durch die plane Vorderseite der Vorspanneinrichtung das Ventilelement 7 des Servoventils von seinem Ventilsitz abzuheben beginnt. Dabei wird der aus einem weichen Material bestehende Ausgleichsring 9, auf den ebenfalls die plane Vorderseite der Vorspanneinrichtung einwirkt, durch Materialfließen dauerhaft verformt. Der Ausgleichsring 9 behält dann beim Entfernen der Vorspanneinrichtung die Dicke, die er hatte, als die Vorspanneinrichtung gerade so weit eingeschraubt war, daß sich das Servoventil zu öffnen begann.

**[0031]** Wird schließlich anstelle der Vorspanneinrichtung der Piezoaktor 2, dessen Bodenplatte 4 wie oben beschrieben um den vorgegebenen Leerhub  $\Delta h$  zurücksteht, bis zum Anschlag in das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors eingeschraubt, das heißt bis zur Anlage des Piezoaktorgehäuses 3 am Ausgleichsring 9, so befindet sich die Vorderkante des Piezoaktorgehäuses 3 genau auf der Höhe, die die Vorderseite der Vorspanneinrichtung hatte, als sich das Servoventil zu öffnen begann. Da demgegenüber im spannungslosen Zustand die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 um den vorgegebenen Leerhub  $\Delta h$  zurücksteht, entspricht der Leerhub des Stellantriebs im Kraftstoffinjektor, das heißt das Spiel zwischen Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 und Servoventil, genau dem vorgegebenen Wert  $\Delta h$ .

**[0032]** Bei einer alternativen Vorgehensweise wird der Piezoaktor 2 vor dem Einbau in das Injektorgehäuse 1 so bearbeitet, daß die Bodenplatte 4 und das Gehäuse 3 des Piezoaktors 2 im einbaufertigen Zustand, aber ohne anliegende Spannung plan geschliffen werden. Die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 befindet sich somit nach dem Schleifvorgang auf genau der gleichen Höhe wie das Gehäuse 3 des Piezoaktors 2. Dafür weist die Vorspanneinrichtung zur Verformung des Ausgleichsringes 9 keine plane Vorderseite, sondern eine Vorderseite auf, die an der oder den Stellen, an der oder denen die Vorspanneinrichtung auf das Übertragungselement 5 einwirkt, eine Erhebung der Höhe  $\Delta h$  besitzt.

**[0033]** Die zentrale Wirkfläche an der Vorspanneinrichtung, die mit dem Übertragungselement 5 in Eingriff kommt, steht mit anderen Worten in Einbaurichtung um den vorgegebenen Wert  $\Delta h$  für den Leerhub gegenüber der am Rand umlaufenden Wirkfläche vor, die mit dem Ausgleichsring 9 in Eingriff kommt.

**[0034]** Die Vorspanneinrichtung wird wie bei der erstgenannten Ausführungsform anstelle des Piezoaktors 2 so weit in den Kraftstoffinjektor eingeschraubt, bis durch die Betätigung des Übertragungselements 5 durch den

erhabenen Abschnitt an der Vorderseite der Vorspanneinrichtung das Ventilelement 7 des Servoventils zu öffnen beginnt. Der Ausgleichsring 9 wird dabei wie oben bleibend verformt. Anschließend wird statt der Vorspanneinrichtung der Piezoaktor 2, bei dem Gehäuse 3 und Bodenplatte 4 ohne anliegende Spannung plan geschliffen wurden, bis zum Anschlag am Ausgleichsring 9 in das Gehäuse 1 des Kraftstoffinjektors eingeschraubt.

**[0035]** Auch bei dieser Ausführungsform weist der Leerhub zwischen Piezoaktor 2 und Servoventil genau den vorgegebenen Wert  $\Delta h$  auf, da die Dicke des Ausgleichsringes 9 mit der Vorspanneinrichtung so eingestellt wird, daß sich beim Betrieb des Kraftstoffinjektors das Servoventil erst zu öffnen beginnt, nachdem die Bodenplatte 4 des Piezoaktors 2 bei dessen Ansteuerung den Leerweg  $\Delta h$  zurückgelegt hat.

## 20 Patentansprüche

1. Verfahren zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (2) beweglich in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist,

### gekennzeichnet durch

das Anlegen einer elektrischen Spannung (U) an den Piezoaktor (2), die einem vorgegebenen Leerhub ( $\Delta h$ ) entspricht, und das Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2) bei anliegender elektrischer Spannung (U).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2) der Piezoaktor (2) in eine Schleifmaschine eingespannt wird, wobei die elektrische Spannung (U) über Schleifringe an den Piezoaktor (2) angelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ausgleichsring (9) zwischen dem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) und dem Gehäuse (3) des Piezoaktors (2) vorgesehen ist, der durch eine Vorspanneinrichtung mit einer planen Vorderseite plastisch verformt wird, bis er eine Dicke hat, bei der sich das Stellglied (5, 6, 7) aufgrund der Einwirkung der Vorderseite der Vorspanneinrichtung zu öffnen beginnt.

4. Vorrichtung zum Positionieren des Stellantriebs in einem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7), die miteinander in Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (2) beweglich in einem Gehäuse (3) einge-

bracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist

**gekennzeichnet durch**

eine Einrichtung zum Anlegen einer elektrischen Spannung (U) an den Piezoaktor (2), die einem vorgegebenen Leerhub ( $\Delta h$ ) entspricht; und

eine Einrichtung zum Planschleifen von Gehäuse (3) und Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2) bei anliegender elektrischer Spannung (U).

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** einen Ausgleichsring (9) zwischen dem Kraftstoffinjektorgehäuse (1) und dem Gehäuse (3) des Piezoaktors (2), der **durch** eine Vorspanneinrichtung mit einer planen Vorderseite plastisch verformt wird, bis er eine Dicke hat, bei der sich das Stellglied (5, 6, 7) aufgrund der Einwirkung der Vorderseite der Vorspanneinrichtung zu öffnen beginnt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgleichsring (9) zwischen zwei Planenflächen eingelegt wird und durch ein Zusammendrücken der zwei Flächen auf eine vorgegebene Dicke plastisch verformt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgleichsring (9) aus einem fließbaren Material besteht, wobei beim Zusammendrücken des Ausgleichsringes das Material des Ausgleichsringes zu fließen beginnt und **dadurch** dauerhaft plastisch verformt wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgleichsring (9) aus Weich Eisen und aus einem weichem Kupfer besteht
9. Kraftstoffinjektor mit einem Piezoaktor (2) und einem Stellglied (5, 6, 7) die miteinander in einer Wirkverbindung stehen, wobei der Piezoaktor (2) beweglich in einem Gehäuse (3) eingebracht ist und eine Bodenplatte (4) aufweist, die einer Öffnung des Gehäuses (3) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bodenplatte (4) des Piezoaktors (2), die in Wirkverbindung mit dem Stellglied (5, 6, 7) steht, im spannungslosen Zustand einen vorgegebenen Leerhubabstand ( $\Delta h$ ) von der Vorderkante des Gehäuses (3) zurückgesetzt ist; und die Vorderkante des Gehäuses (3) auf der Höhe des Stellglieds (5, 6, 7) angeordnet ist.

## Claims

1. Method for positioning the actuating drive in the housing of a fuel injector (1) with a piezoactuator (2) and an actuating element (5, 6, 7) which are op-

eratively connected with each other, in which case the piezoactuator (2) is inserted in a movable manner into a housing (3) and has a base plate (4) which is allocated to an opening in the housing (3),

**characterized by**

applying an electrical voltage (U) to the piezoactuator (2) which corresponds to a given idle travel ( $\Delta h$ ) and

the grinding flat of the housing (3) and the base plate (4) of the piezoactuator (2) when an electrical voltage (U) is applied.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** for grinding flat the housing (3) and the base plate (4) of the piezoactuator (2), the piezoactuator (2) is clamped in a grinding machine in which case the electrical voltage (U) is applied to the piezoactuator (2) via slip rings.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** an equalizing ring (9) is provided between the housing of the fuel injector (1) and the housing (3) of the piezoactuator (2) which by means of a pretensioning device is plastically deformed with a flat front side until it has the thickness at which the actuating element (5, 6, 7) starts to open because of the action of the front side of the pretensioning device.

4. Device for positioning the actuating drive in the housing of a fuel injector (1) with a piezoactuator (2) and an actuating element (5, 6, 7), which are operatively connected with each other, in which case the piezoactuator (2) is inserted in a movable manner into a housing (3) and has a base plate (4) which is allocated to an opening in the housing (3), a device for applying an electrical voltage (U) to the piezoactuator (2) which corresponds to a given idle travel ( $\Delta h$ ); and a device for grinding flat the housing (3) and the base plate (4) of the piezoactuator (2) when an electrical voltage (U) is applied.

5. Device according to Claim 4, **characterized by** an equalizing ring (9) between the housing of the fuel injector (1) and the housing (3) of the piezoactuator (2), which by means of a pretensioning device is plastically deformed with a flat front side until it has the thickness at which the actuating element (5, 6, 7) starts to open on the basis of the action of the front side of the pretensioning device.

6. Device according to Claim 5, **characterized in that** the equalizing ring (9) is inserted between two flat surfaces and by pressing together the two surfaces is plastically deformed to a given thickness.

7. Device according to Claim 5 or 6,

**characterized in that** the equalizing ring (9) consists of a flowable material in which case on pressing together the equalizing ring, the material of the equalizing ring starts flowing and is therefore permanently plastically deformed.

8. Device according to Claim 7, **characterized in that** the equalizing ring (9) consists of soft iron and a soft copper.
9. Fuel injector with a piezoactuator (2) and an actuating element (5, 6, 7) which are operatively connected with each other, in which case the piezoactuator (2) is inserted in a movable manner into a housing (3) and has a base plate (4) which is allocated to an opening in the housing (3), **characterized in that** the base plate (4) of the piezoactuator (2) which is operatively connected to the actuating element (5, 6, 7), has been moved back in the no-voltage state, by a given idle travel distance ( $\Delta h$ ) from the front edge of the housing (3); and the front edge of the housing (3) is arranged at the level of the actuating element (5, 6, 7).

#### Revendications

1. Procédé pour positionner le mécanisme de commande dans un carter d'injecteur de carburant (1) comprenant un actionneur piézo-électrique (2) et un élément de commande (5, 6, 7) qui sont en relation d'action l'un avec l'autre, l'actionneur piézo-électrique (2) étant placé de manière mobile dans un boîtier (3) et comportant une plaque de fond (4) associée à une ouverture du boîtier (3), **caractérisé par** l'application à l'actionneur piézo-électrique (2) d'une tension électrique (U) correspondant à une course à vide préétablie ( $\Delta h$ ), et la rectification plane du boîtier (3) et de la plaque de fond (4) de l'actionneur piézo-électrique (2) pendant que la tension électrique (U) reste appliquée.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'actionneur piézo-électrique (2) est serré dans une machine à rectifier pour effectuer la rectification plane du boîtier (3) et de la plaque de fond (4) de l'actionneur piézo-électrique (2), la tension électrique (U) étant appliquée à l'actionneur piézo-électrique (2) par l'intermédiaire de bagues collectrices.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**un anneau de compensation (9) est prévu entre le carter de l'injecteur de carburant (1) et le boîtier (3) de l'actionneur piézo-électrique (2), l'an-

neau étant déformé de manière plastique au moyen d'un dispositif de précontrainte ayant une face frontale plane, jusqu'à une épaisseur à laquelle l'élément de commande (5, 6, 7) commence à s'ouvrir par suite de l'action de la face frontale du dispositif de précontrainte.

4. Dispositif pour positionner le mécanisme de commande dans un carter d'injecteur de carburant (1) comprenant un actionneur piézo-électrique (2) et un élément de commande (5, 6, 7) qui sont en relation d'action l'un avec l'autre, l'actionneur piézo-électrique (2) étant placé de manière mobile dans un boîtier (3) et comportant une plaque de fond (4) qui est associée à une ouverture du boîtier (3), **caractérisé par** un dispositif pour appliquer une tension électrique (U) à l'actionneur piézo-électrique (2) correspondant à une course à vide préétablie ( $\Delta h$ ); et un dispositif pour rectifier le boîtier (3) et la plaque de fond (4) de l'actionneur piézo-électrique (2) avec la tension électrique (U) appliquée.
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé par** un anneau de compensation (9) inséré entre le carter d'injecteur de carburant (1) et le boîtier (3) de l'actionneur piézo-électrique (2), l'anneau étant déformé de manière plastique au moyen d'un dispositif de précontrainte ayant une face frontale plane, jusqu'à une épaisseur à laquelle l'élément de commande (5, 6, 7) commence à s'ouvrir par suite de l'action de la face frontale du dispositif de précontrainte.
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'anneau de compensation (9) est inséré entre deux surfaces planes et déformé de manière plastique par une compression entre ces deux surfaces jusqu'à une épaisseur prédéterminée.
7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'anneau de compensation (9) est composé d'un matériau pouvant fluer, le matériau de l'anneau de compensation commençant à fluer lors de la compression de l'anneau de compensation et étant de cette façon déformé de manière plastique permanente.
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'anneau de compensation (9) est composé de fer doux et d'un cuivre doux.
9. Injecteur de carburant, comprenant un actionneur piézo-électrique (2) et un élément de commande (5, 6, 7) qui sont en relation d'action l'un avec l'autre, l'actionneur piézo-électrique (2) étant placé de manière mobile dans un boîtier (3) et comportant une plaque de fond (4) associée à une ouverture du boî-

tier (3),

**caractérisé en ce que** la plaque de fond (4) de l'actionneur piézo-électrique (2) qui est en relation d'action avec l'élément de commande (5, 6, 7), est en retrait d'une distance de course à vide (Ah) par rapport au bord avant du boîtier (3) dans l'état sans tension, et

que le bord avant du boîtier (3) est disposé au niveau de l'élément de commande (5, 6, 7).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

