



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.02.2005 Patentblatt 2005/08

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

(21) Anmeldenummer: **04103543.7**

(22) Anmeldetag: **23.07.2004**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **KURZ, Christopher
93049, Regensburg (DE)**
• **LEHMANN, Stefan
93053, Regensburg (DE)**

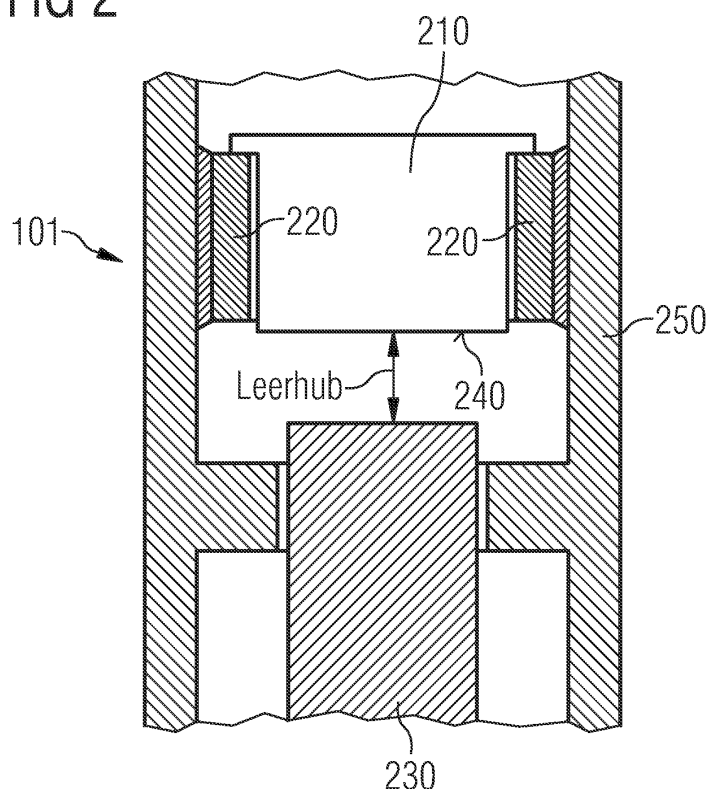
(30) Priorität: **20.08.2003 DE 10338282**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Positionieren eines piezoelektrischen Aktors**

(57) Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einstellen eines Leerhubes zwischen einem piezoelektrischen Aktor und einem Stellglied eines Einspritzventils beschrieben. Bei der Einstellung des Leerhubes wird der piezoelektrische Aktor mit einer Spannung beaufschlagt und die Position des piezoelektrischen Aktors festgelegt, wenn das Einspritzventil einen Einspritzvorgang beginnt. Zum Ausgleich unterschiedlicher Längen-

genausdehnungskoeffizienten verschiedener piezoelektrischer Aktoren wird ein für den piezoelektrischen Aktor individuelle Spannung bei der Einstellung des Leerhubes verwendet. Die Spannung wird vorab experimentell ermittelt. Somit ist eine präzise Einstellung der Leerhübe der Einspritzventile unabhängig von unterschiedlichen Längenausdehnungskoeffizienten der piezoelektrischen Aktoren möglich.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Positionieren eines piezoelektrischen Aktors in Bezug auf ein Stellglied eines Einspritzventils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Positionieren eines piezoelektrischen Aktors im Bezug auf ein Stellglied eines Einspritzventils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 4.

[0002] Die Herstellung von modernen Einspritzventilen erfolgt üblicherweise mittels eines zweistufigen Herstellungsprozesses. In einem ersten Prozessabschnitt werden die einzelnen Bestandteile der Einspritzventile im Rahmen einer Vormontage zusammengebaut und beispielsweise miteinander verschraubt. In einem zweiten Prozessabschnitt wird das vormontierte Einspritzventil funktionstauglich eingestellt. Moderne Einspritzventile arbeiten mit einem piezoelektrischen Aktor, der entweder direkt oder über ein Servoventil eine Einspritznadel betätigt oder über ein Hebelement mit dem Servoventil oder der Einspritznadel in Wirkverbindung steht. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung an den piezoelektrischen Aktor längt sich der Aktor und betätigt damit das Hebelement, das Servoventil oder direkt die Einspritznadel. Durch die Betätigung des Aktors wird der Einspritzvorgang des Einspritzventils gesteuert. Um die Lebensdauer des Einspritzventils und das Einspritzverhalten des Einspritzventils zu optimieren, wird der Abstand zwischen dem piezoelektrischen Aktor in der Ruheposition und dem zu betätigenden Stellglied präzise eingestellt. Insbesondere bei mehrfach Einspritzungen muss der Abstand zwischen dem Aktor und dem Stellglied sehr präzise eingestellt sein.

[0003] Zur Einstellung des Abstandes wird ein Einstellelement verwendet, mit dem der Aktor relativ zu dem Stellglied verschiebbar ist. Auf diese Weise kann eine Justierung des piezoelektrischen Aktors relativ zu dem Stellglied bis auf einige Mikrometer genau erreicht werden.

[0004] Aus DE 101 50 786 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäße Vorrichtung zum automatischen Einstellen von Einspritzventilen bekannt. Die Einstellung erfolgt über eine genaue Justierung des Abstandes zwischen dem Aktor und einem Hebelement. Dabei wird das Einspritzventil zunächst lagerecht in einer Mess- und Einstellstation bereitgestellt und über einen Hochdruckanschluss mit einer Druckerzeugungseinrichtung und über eine elektrische Anschlussvorrichtung mit einer elektrischen Signalerzeugungseinrichtung gekoppelt. Danach wird das Einstellelement des Einspritzventils derart verdreht, dass das Einspritzventil bei einer bestimmten Stellung des Einstellelementes einen Einspritzvorgang beginnt. Bei dem beschriebenen Verfahren und der beschriebenen Vorrichtung werden alle Einspritzventile mit den gleichen Einstellparametern eingestellt.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein

Verfahren und eine Vorrichtung bereit zu stellen, mit der eine genauere Anpassung des Abstandes zwischen Aktor und Stellglied des Einspritzventils möglich ist.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird durch das Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und durch die Vorrichtung gemäß Patentanspruch 4 gelöst.

[0007] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Ein Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass die piezoelektrischen Aktoren unabhängig von unterschiedlichen Längungscharakteristiken in Abhängigkeit von der angelegten Spannung auf den gleichen Abstand zum Stellglied positioniert werden. Damit wird der Leerhub für alle piezoelektrischen Aktoren gleich eingestellt. Somit wird sicher gestellt, dass keine Betätigung des Stellgliedes durch eine Längung des piezoelektrischen Aktors durch Temperaturänderungen möglich ist. Außerdem wird durch die konstanten Leerhübe der verschiedenen Einspritzventile ein konstantes, definiertes Einspritzverhalten der Einspritzventile festgelegt.

[0009] In einer vorteilhaften Ausführungsform werden die konstanten Abstände zwischen den piezoelektrischen Aktoren und den Stellgliedern dadurch eingestellt, dass bei der Justierung eines piezoelektrischen Aktors eine für den piezoelektrischen Aktor individuelle Längungscharakteristik erfasst wird und abhängig davon eine individuelle Spannung zur Positionierung des piezoelektrischen Aktors verwendet wird. Anstelle der Spannung könnte beispielsweise auch eine Abstandsmessung zwischen dem piezoelektrischen Aktor und dem Stellglied vorgenommen werden.

[0010] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Einstellen eines Abstandes zwischen einem piezoelektrischen Aktor und einem Stellglied eines Einspritzventils;

Figur 2 eine Detailansicht eines Aktors und eines Stellgliedes; und

Figur 3 ein Messdiagramm der Längendehnung zweier piezoelektrischer Aktoren in Abhängigkeit von der angelegten Spannung.

[0011] Figur 1 zeigt den Aufbau einer Einstellvorrichtung 100, die zum automatischen Einstellen von Einspritzventilen verwendet wird. Die Einstellvorrichtung 100 weist eine erste Handhabungsvorrichtung 102 auf, die eine erste Halterung 103 und eine zweite Halterung 104 umfasst. Die beiden Halterungen 103, 104 dienen zum Halten eines vormontierten Einspritzventils 101, bei dem der Abstand zwischen dem piezoelektrischen Aktor und einem Stellglied des piezoelektrischen Aktors eingestellt werden soll. Als Stellglied des piezoelektrischen Aktors ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Schließglied eines Servoventils angeordnet, das einen Ablauf einer Steuerkammer steuert. Die Steuerkammer

ist mit einem Zulauf verbunden. Abhängig von der Position des Schließgliedes wird der Druck in der Steuerkammer eingestellt. An die Steuerkammer grenzt die Einspritznadel an, so dass die Einspritznadel in Abhängigkeit vom Druck in der Steuerkammer in eine Offenposition oder in eine Schließposition bewegbar ist. In der Offenposition gibt die Einspritznadel Einspritzlöcher zum Abgeben von Kraftstoff frei. In der Schließposition verschließt die Einspritznadel die Einspritzlöcher und es wird kein Kraftstoff vom Einspritzventil abgegeben.

[0012] Die beiden Halterungen 103, 104 sind an einem Drehtisch 102a befestigt, der mit einem Antrieb 105 gedreht werden kann. Auf diese Weise kann das Einspritzventil 101 durch eine 180° Drehung des Drehtisches 102a an eine Stelle gebracht werden, an der das Einspritzventil an eine zweite Handhabungsvorrichtung 106 übergeben wird. Die zweite Handhabungsvorrichtung 106 weist einen zweiten Drehtisch 106a auf, der eine erste Einspritzventilaufnahme 107 und eine zweite Einspritzventilaufnahme 108 aufweist. Die zweite Handhabungsvorrichtung 106 weist ferner eine Dreheinheit 109 auf, mit der der zweite Drehtisch 106a gedreht werden kann. Bei einer 180° Drehung des zweiten Drehtisches 106a wird ein zuvor an die zweite Handhabungsvorrichtung 106 übergebenes Einspritzventil lagerichtig in der Mess- und Einstellstation bereit gestellt. Die Einstellvorrichtung 100 weist ferner eine Haltevorrichtung 114, einen Hochdruckanschluss 110, eine elektrische Anschlussvorrichtung 111 sowie eine Schraubvorrichtung 112 auf. Mit der Haltevorrichtung 114 kann ein lagerichtig bereitgestelltes Einspritzventil 101 in seiner Position fixiert werden und somit ein versehentliches Rutschen des Einspritzventils 101 verhindert werden. Der Hochdruckanschluss 110 dient der Kopplung des lagerichtig bereitgestellten Einspritzventils 101 mit einer nicht dargestellten Druckerzeugungseinrichtung. Die elektrische Anschlussvorrichtung 111 dient der elektrischen Kopplung des piezoelektrischen Aktors des lagerichtig bereitgestellten Einspritzventils 101 mit einem Steuergerät 200. Der elektrische Kontakt erfolgt dabei über Kontaktzungen, die in einem Steckergehäuse des Einspritzventils 101 ausgebildet sind. Der Hochdruckanschluss 110 und die elektrische Anschlussvorrichtung 111 sind entlang ihrer Längsachse verschiebbar gelagert und können mittels eines nichtdargestellten pneumatischen Antriebs entlang der Längsrichtung bewegt werden. Die Haltevorrichtung 114, die das lagerichtig bereitgestellte Einspritzventil 101 in der Lage fixiert, ist mit einem Antrieb 115 gekoppelt. Mit dem Antrieb 115 kann die Haltevorrichtung 114, die gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel einen Gabelschlüssel aufweist, in Richtung des Einspritzventils 101 verschoben werden.

[0013] Die Schraubvorrichtung 112 ist mit einer Drehmomentmessvorrichtung 113 gekoppelt, die gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel eine Drehmomentmessscheibe aufweist. Die Schraubvorrichtung 112 und die Drehmomentmessvorrichtung 113 können

gemeinsam mittels eines Vertikalantriebs 120 in vertikaler Richtung bewegt werden. Somit kann die Schraubvorrichtung 112 oben an ein lagerichtig bereitgestelltes Einspritzventil 101 herangeführt werden. Das eigentliche Verstellen des Einstellelementes des Einspritzventils erfolgt dadurch, dass die Drehmomentmessvorrichtung 113 und die Schraubvorrichtung 112 gemeinsam um eine Achse gedreht werden, die parallel zur Längsrichtung des Einspritzventils verläuft. Die Drehung der Schraubvorrichtung 112 erfolgt dabei über einen Antrieb 119, der über ein Getriebe 118, eine Zahnstange 117 mit einem Zahnrad 116 gekoppelt ist, das mit der Drehmomentmessvorrichtung 113 verbunden ist.

[0014] Die Einstellvorrichtung 100 weist ferner eine Reihe von Platten und Aufbauten auf, die für den Zusammenhalt, für die Statik und für die mechanische Stabilität der gesamten Einstellvorrichtung erforderlich sind. Dazu zählen beispielsweise eine Grundplatte 130, ein Grundplattenaufbau 131 und ein Aufbau 132 für die erste Handhabungsvorrichtung 105.

[0015] Im Folgenden wird das Verfahren zum automatischen Einstellen von Einspritzventilen 101 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung und anhand der in der Figur 1 dargestellten Einstellvorrichtung 100 näher erläutert. Ein auf einer Fertigungslinie vormontiertes und vorverschraubtes Einspritzventil 101 wird beispielsweise von einem Förderband an die erste Handhabungsvorrichtung 102 übergeben. Durch eine 180° Drehung der ersten Handhabungsvorrichtung 102 wird das Einspritzventil 101 an eine Position gebracht, an der das Einspritzventil von der zweiten Handhabungsvorrichtung 106 übernommen wird. Nach einer weiteren 180° Drehung durch die zweite Handhabungsvorrichtung 106 ist das Einspritzventil 101 lagerichtig in der Mess- und Einstellstation bereitgestellt. Danach wird das Einspritzventil 101 fixiert, indem die Haltevorrichtung 114 seitlich an das Einspritzventil 101 herangefahren und verblockt wird. Die Haltevorrichtung 114 weist gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung einen nicht dargestellten Gabelschlüssel auf, mit dem das Einspritzventil 101 in einem unteren Teilabschnitt fixiert wird. Das Einspritzventil 101 wird ferner mit einer in der Figur 1 nicht dargestellte Greifvorrichtung fixiert, die ebenfalls die Form eines Gabelschlüssels aufweist und an einem oberen Teilabschnitt des Einspritzventils 101 angreift. Sowohl durch die Haltevorrichtung 114 als auch durch die nicht dargestellte Greifvorrichtung kann das bei einem Verstellen des Einstellelementes des Einspritzventils 101 auftretende Drehmoment kompensiert werden. Nach der Fixierung des Einspritzventils 101 wird sowohl der Hochdruckanschluss 110 als auch die elektrische Anschlussvorrichtung 111 an das Einspritzventil 101 herangefahren. Über den Hochdruckanschluss 110 wird das Einspritzventil 101 mit einer nicht dargestellten Druckerzeugungseinrichtung gekoppelt und mit Kraftstoff mit einem Druck von ca. 40 bar versorgt. Mit der elektrischen An-

schlussvorrichtung 101 wird der piezoelektrische Aktor 210 des Einspritzventils mit der elektrischen Anschlussvorrichtung 111 gekoppelt.

[0016] Anschließend wird die Schraubvorrichtung 112, die einen zentrisch über dem Einspritzventil 101 gelagerten Gabelschlüssel aufweist, pneumatisch mittels des Vertikaltriebs 120 nach unten gefahren. Dabei sucht sich der Gabelschlüssel die Schlüsselflächen des Einstellelementes 220 (Figur 2), das in Form einer Hohlschraube oder einer Mutter ausgebildet ist und das Einspritzventil 101 umgibt. Anschließend wird die Schraubvorrichtung 112 über einen Zahntrieb angetrieben, der den Antrieb 119, das Getriebe 118, die Zahnstange 117 und das Zahnrad 116 umfasst. Beim Schraubvorgang werden während der gesamten Schraubbewegung das an dem Einstellelement angreifende Drehmoment, die an dem piezoelektrischen Aktor anliegende Spannung und die momentane Winkelposition der Schraubvorrichtung erfasst. Das an dem Einstellelement angreifende Drehmoment wird durch die Drehmomentmessvorrichtung 113 erfasst. Die an dem piezoelektrischen Aktor anliegende Spannung wird von dem Steuergerät 200 vorgegeben und ist deshalb ebenfalls bekannt. Das Steuergerät 200 ist mit einem Speicher 260 verbunden, in dem die Spannungen abgelegt sind. Das Einstellelement des Einspritzventils 101 wird solange verstellt, d. h. der Aktor 210 näher an das Stellglied 230 heran bewegt, bis bei einer bestimmten Stellung des Einstellelementes 220, die einem bestimmten Abstand zwischen einem nicht bestromten Aktor 210 und dem Stellglied 230 entspricht, das Einspritzventil 101 einen Einspritzvorgang startet. Dabei fällt der über den Hochdruckanschluss 110 an das Einspritzventil angelegte Druck ab. Der Druckabfall wird erfasst und zusammen mit den Werten für das am Einstellelement anliegende Drehmoment, für die an dem piezoelektrischen Aktor anliegenden Spannung und für die Winkelstellung des Einstellelementes im Speicher 260 des Steuergeräts 200 abgespeichert.

[0017] Figur 2 zeigt in einer schematischen Darstellung einen Ausschnitt des Einspritzventils 101, bei dem die Position des piezoelektrischen Aktors 210 in Bezug auf das Stellglied 230 dargestellt ist. Durch die Drehung des Einstellelementes 220, das an einer seitlich auskragenden Ringfläche des Aktors drehbar befestigt und über ein Schraubgewinde mit einem Aktorgehäuse 250 verbunden ist, wird der piezoelektrische Aktor 210 in Richtung auf das Stellglied 230 verschoben. Figur 2 zeigt den piezoelektrischen Aktor 210 im unbestromten Zustand. Wird nun der piezoelektrische Aktor 210 mit einer Spannung versorgt, so längt sich der piezoelektrische Aktor, d. h. der Aktor dehnt sich aus, und bewegt damit eine untere Betätigungsfläche 240 die dem Stellglied 230 zugewandt ist, in Richtung auf das Stellglied 230. Abhängig von der angelegten Spannung bewegt der Aktor das Stellglied 230 nach unten. Durch die Bewegung des Stellgliedes wird der Einspritzvorgang gesteuert.

[0018] Für verschiedene piezoelektrische Aktoren 210 werden für die Einstellung des Leerhubes, d. h. den Abstand zwischen dem piezoelektrischen Aktor 210 im unbestromten Zustand und dem Stellglied 230 für das beschriebene Verfahren individuelle Spannungswerte verwendet.

[0019] Versuche haben ergeben, dass die Spannungswerte für die piezoelektrischen Aktoren in großen Bereichen variieren. Somit ist es erforderlich, um präzise den gleichen Abstand für verschiedene piezoelektrische Aktoren einstellen zu können, unterschiedliche Spannungen zur Anregung des piezoelektrischen Aktors für den beschriebenen Einstellvorgang zu verwenden. Hat ein Aktor einen größeren Ausdehnungskoeffizienten bei angelegter Spannung, so muss eine kleinere Spannung zum Einstellen des gleichen Abstandes zu dem Stellglied angelegt werden, als bei einem piezoelektrischen Aktor mit einem kleineren Ausdehnungskoeffizienten.

[0020] Die verschiedenen Spannungen können auf verschiedene Arten ermittelt oder berechnet werden. Figur 3 zeigt ein schematisches Diagramm, in dem Längenänderungskurven (Hub) in μm in Abhängigkeit von der angelegten Spannung in Volt für zwei verschiedene piezoelektrischen Aktoren P1, P2 dargestellt sind. Aus dem Diagramm der Figur 3 ist ersichtlich, dass die Längenänderung (Hub) des ersten piezoelektrischen Aktors P1 pro angelegter Volt Spannung größer ist als die Längenänderung (Hub) des zweiten piezoelektrischen Aktors P2. Somit muss für die Erreichung eines zweiten Hubes S2 eine erste Spannung U1 an das erste piezoelektrische Element P1 und eine zweite Spannung U2 an das zweite piezoelektrische Element P2 angelegt werden. Die erste Spannung U1 ist kleiner als die zweite Spannung U2. Die erste Spannung U1 und die zweite Spannung U2 werden aus dem erfassten Messdiagramm ausgelesen und für den beschriebenen Justiervorgang der piezoelektrischen Aktoren zur Einstellung eines gewünschten Leerhubes verwendet.

[0021] Je nach Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann auch anstelle einer gesamten Messkurve für die Erfassung der Längenänderungen der piezoelektrischen Aktoren in Abhängigkeit von der angelegten Spannung auch nur ein einzelner Spannungswert angelegt werden und die sich daraus ergebene Längenänderung erfasst werden. In Figur 3 wird für den ersten piezoelektrischen Aktor P1 die dritte Spannung U3 angelegt und dabei wird eine dritte Längenänderung S3 erfasst. Aufgrund der angelegten dritten Spannung U3 und der erfassten dritten Längenänderung S3 wird über einen linearen Zusammenhang die Längenänderung in μm pro Volt berechnet und die anzulegende Spannung für den einzustellenden Abstand zwischen Aktor und Stellglied berechnet.

[0022] Ebenso wird für den zweiten piezoelektrischen Aktor P2 die dritte Spannung U3 angelegt und die sich dabei ergebende vierte Längenänderung S4 erfasst. Aus der dritten Spannung und der vierten Längenänderung

S4 wird in einem linearen Ansatz die Längenänderung in μm pro Volt berechnet und die zu Erreichung der zweiten Längenänderung S2 benötigte Spannung berechnet. Somit kann die für eine präzisere Positionierung des piezoelektrischen Aktors benötigte individuelle Spannung aufgrund eines einzelnen Messpunktes ermittelt werden. Damit ist es nicht erforderlich, die in Figur 3 dargestellte gesamte Kennlinie für die piezoelektrischen Aktoren zu erfassen.

[0023] Mit dem beschriebenen Verfahren und mit der beschriebenen Vorrichtung ist es möglich, einen annähernd gleich großen Leerhub, d. h. Abstand zwischen dem unbestromten piezoelektrischen Aktor 210 und dem Stellglied 230 unabhängig von unterschiedlichen Längenausdehnungskoeffizienten in Abhängigkeit von der angelegten Spannung der piezoelektrischen Aktoren einzustellen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen eines Abstandes zwischen einem piezoelektrischen Aktor (210) und einem Stellglied (230) eines Einspritzventils (101), insbesondere einem Stellglied (230) zur Steuerung der Einspritzung, wobei der piezoelektrische Aktor (210) mit einer definierten Spannung angesteuert wird, wobei der Aktor (210) so weit an das Stellglied (230) angenähert und in dieser Position befestigt wird, bis der Aktor (210) im bestromten Zustand das Stellglied (230) in eine Zielposition bewegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (210) abhängig von seiner individuellen spannungsabhängigen Längungscharakteristik mit einer für den piezoelektrischen Aktor (210) individuellen Spannung beaufschlagt wird, um für verschiedene Aktoren einen annähernd gleichen Abstand im unbestromten Zustand des Aktors (210) zwischen dem Aktor (210) und dem Stellglied (230) einzustellen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Aktor (210) eine Längenänderungskurve in Abhängigkeit von der angelegten Spannung erfasst wird, und dass aus der Längenänderungskurve die Spannung ermittelt wird, die für eine Längung des Aktors (210) um den Abstand benötigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Aktor (210) eine Längenänderung in Abhängigkeit von einer Spannung erfasst wird, dass die Spannung so gewählt ist, dass sich der Aktor annähernd so lang ausdehnt, wie für den einzustellenden Abstand zwischen Aktor (210) und Stellglied (230) benötigt wird, dass die Längenänderung gemessen wird, und dass abhängig von der Längenänderung und der angelegten Spannung

die für den Aktor (210) und die für eine Längung des Aktors (210) um den Abstand benötigte Spannung berechnet wird.

4. Vorrichtung zum Positionieren eines piezoelektrischen Aktors (210) auf einen vorgegebenen Abstand zu einem Stellglied (230) eines Einspritzventils (101), wobei eine Halterung (114) zum Halten des Einspritzventils (101) vorgesehen ist, wobei ein Anschluss (110) für eine Kraftstoffleitung des Einspritzventils vorgesehen ist, wobei ein zweiter Anschluss (111) und ein Steuergerät (200) zum Ansteuern des piezoelektrischen Aktors (210) vorgesehen ist, wobei das Steuergerät (210) mit einem Speicher (260) verbunden ist, wobei eine Erfassungseinheit zum Erfassen eines Einspritzvorganges vorgesehen ist, wobei ein Einstellmittel (220) zum Positionieren des Aktors (210) in Bezug auf das Stellglied (230) des Einspritzventils (101) vorgesehen ist, wobei mit dem Einstellmittel (220) der Aktor (210) in Richtung auf das Stellglied (230) bewegbar ist, wobei der Aktor (210) mit einer Spannung vom Steuergerät (200) beaufschlagbar ist, wobei eine Einstellposition des Aktors (210) erreicht ist, wenn der mit der angelegten Spannung bestromte Aktor (210) das Stellglied (230) in eine Zielposition bewegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Speicher (260) für verschiedene piezoelektrische Aktoren (210) unterschiedliche Spannungen zum Ansteuern der Aktoren (210) abgelegt sind, und dass das Steuergerät (200) die Aktoren (210) mit der zugeordneten Spannung beaufschlägt.

FIG 1

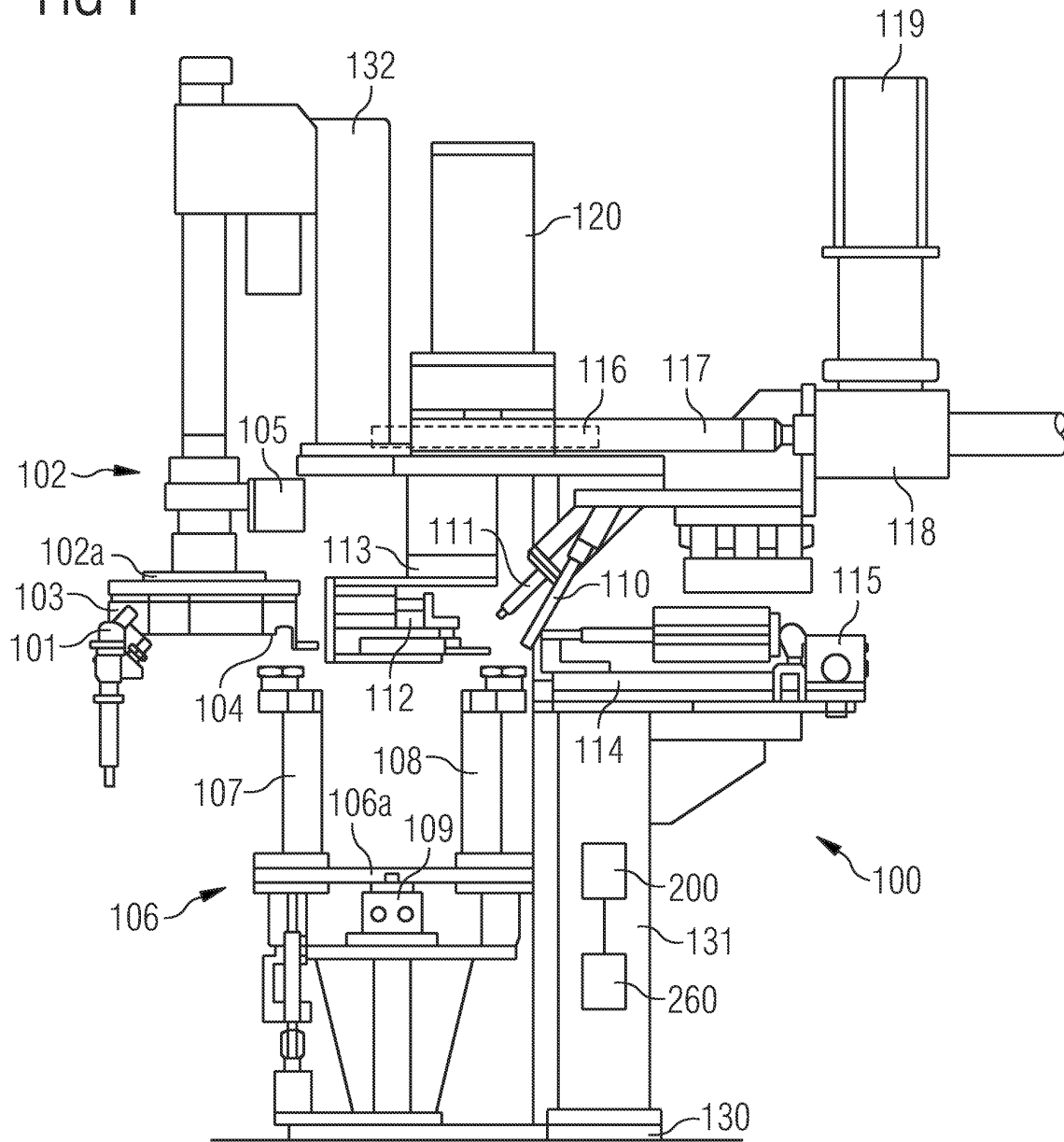


FIG 2

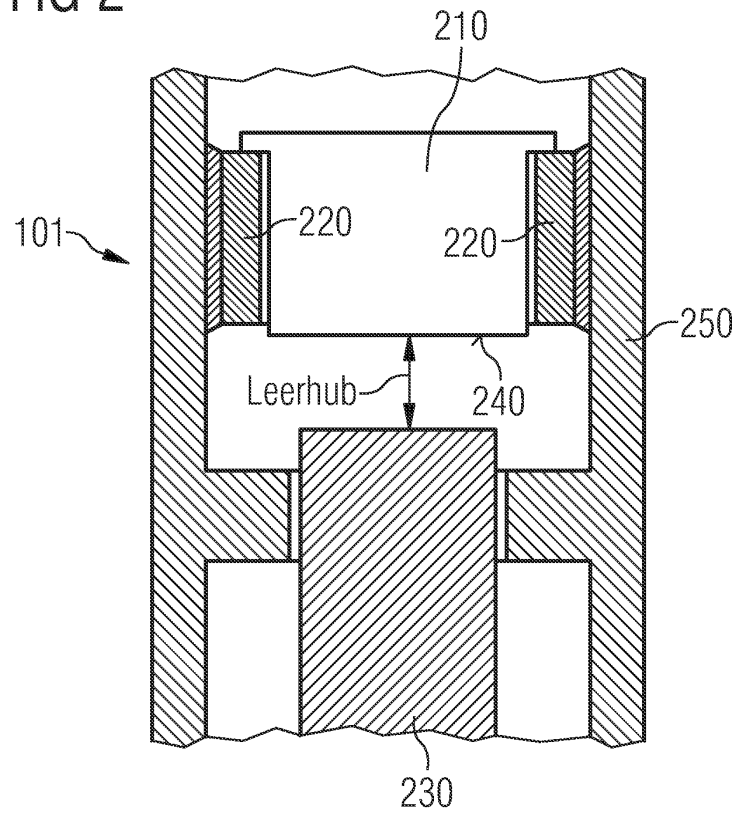
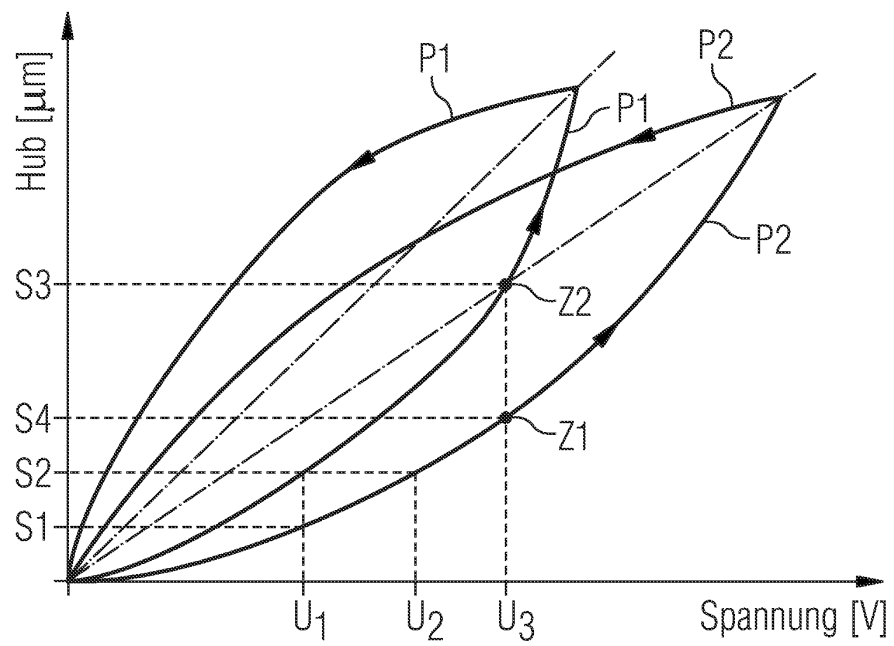


FIG 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 04 10 3543

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 199 02 807 C (SIEMENS AG) 8. Juni 2000 (2000-06-08) * Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 2, Zeile 30; Abbildung 1 *	1-4	F02M61/16 F02M51/06 F02M59/46
A	US 6 260 404 B1 (MUNEZANE TSUYOSHI ET AL) 17. Juli 2001 (2001-07-17) * Spalte 3, Zeile 45 - Spalte 3, Zeile 65; Abbildung 1 *	1-4	
A	EP 1 103 718 A (SIEMENS AG) 30. Mai 2001 (2001-05-30) Anspruch 1 * Abbildung 2 *	1-4	
D,A	US 2003/070471 A1 (MUELLER LOTHAR ET AL) 17. April 2003 (2003-04-17) Anspruch 1 * Abbildung 1 *	1-4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F02M
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 9. September 2004	Prüfer Etschmann, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 10 3543

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-09-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19902807 C	08-06-2000	DE 19902807 C1	08-06-2000
		FR 2794175 A1	01-12-2000
US 6260404 B1	17-07-2001	JP 11200982 A	27-07-1999
		DE 19829279 A1	22-07-1999
EP 1103718 A	30-05-2001	DE 19956256 A1	07-06-2001
		EP 1103718 A2	30-05-2001
US 2003070471 A1	17-04-2003	DE 10150786 A1	30-04-2003
		WO 03036076 A1	01-05-2003
		EP 1436502 A1	14-07-2004
		US 2004089052 A1	13-05-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82