

(19)



(11)

EP 1 744 054 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

17.01.2007 Patentblatt 2007/03

(51) Int Cl.:

F02M 61/16 (2006.01)

F02M 59/46 (2006.01)

F02M 47/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06114059.6**

(22) Anmeldetag: **17.05.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **12.07.2005 DE 102005032461**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

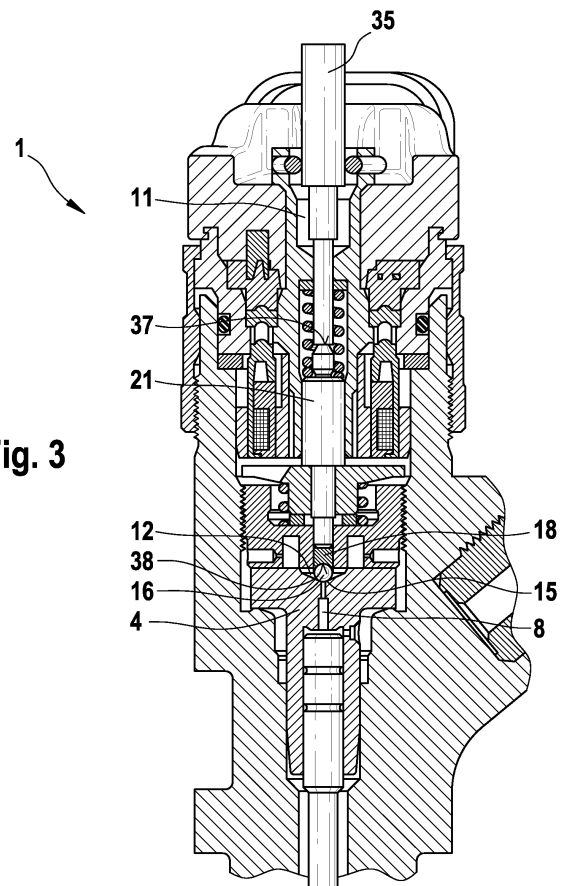
(72) Erfinder:

- **Holz, Dieter**
71563, Affalterbach (DE)
- **Rinke, Marcus**
66459, Kinkel-Altstadt (DE)
- **Giehl, Alexander**
67663, Kaiserslautern (DE)

(54) **Aktive Ankerhubeinstellung bei Kraftstoffinjektoren**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Einstellung des Ankerhubs eines mehrteiligen Ankers (20) in einem Kraftstoffinjektor (1), welcher ein Magnetventil (17) mit einer integrierten Kraftstoffrückführung (11) und einen Injektorkörper (2) mit einem Ventilstück (4) umfasst, wobei der mehrteilige Anker (20) einen Ankerbolzen (21) und eine auf dem Ankerbolzen (21) verschiebbare Ankerplatte (22) aufweist und mit einem ein Schließelement (16) teilweise umschliessenden Schließelementführungskörper (18) verbunden ist, wobei die Ankerhubeinstellung durch eine hervorgerufene plastische Verformung an dem Schließelementführungskörper (18) erfolgt.

Fig. 3



EP 1 744 054 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung des Ankerhubs in einem Kraftstoffinjektor von Verbrennungskraftmaschinen. Zur Versorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff können hubgesteuerte Einspritzsysteme eingesetzt werden, wobei schnell schaltende Magnetventile zur Steuerung eines Einspritzventils einer elektrisch gesteuerten Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit Einspritzventilglied eingesetzt werden. Das Einspritzventilglied der Kraftstoffeinspritzeinrichtung wird dabei von einem in einem Steuerraum herrschenden Druck in Schließrichtung belastet. Zur Einleitung der Einspritzung führt der angeregte Magnet des Magnetventils zu einer Druckentlastung des Steuerraums, worauf das Einspritzventilglied durch den an der gegenüberliegenden Seite anliegenden Hochdruck von ihrem Sitz abgehoben wird.

Stand der Technik

[0002] DE 196 50 865 A1 beschreibt ein Magnetventil zur Steuerung des Kraftstoffdrucks in einem Steuerraum eines Einspritzventils, für z.B. ein Common-Rail-Einspritzsystem. Über den Kraftstoffdruck im Steuerraum wird eine Hubbewegung eines Ventilkolbens gesteuert, mit dem eine Einspritzöffnung des Einspritzventils geöffnet oder geschlossen wird. Das Magnetventil umfasst einen Elektromagneten, einen beweglichen Anker und ein mit dem Anker bewegtes und von einer Ventilschließfeder in Schließrichtung beaufschlagtes Einspritzventilglied, das mit einem Ventilsitz des Magnetventils zusammenwirkt und so den Kraftstoffabfluß aus dem Steuerraum steuert. Das Einspritzventilglied umfasst ein Schließelement und einen Schließelementführungskörper, der das Schließelement teilweise umschließt. Der bewegliche Anker ist zweckmäßig mehrteilig ausgebildet, um so die bewegte Masse der Baugruppe Anker-Einspritzventilglied und damit die ein Prellen des Einspritzventilglieds an seinem Sitz und ein Nachschwingen des Ankers verursachende kinetische Energie zu verringern. Der zweiteilige Anker umfasst einen Ankerbolzen und eine auf dem Ankerbolzen gegen die Kraft einer Rückstellfeder in Schließrichtung des Einspritzventilglieds unter Einwirkung ihrer trägen Masse verschiebbar aufgenommene Ankerplatte.

[0003] Der Öffnungshub des Einspritzventilglieds in einem Kraftstoffinjektor, auch als Ankerhub bezeichnet, ist dabei entscheidend für die eingespritzte Kraftstoffmenge pro Zeiteinheit und liegt typischerweise bei Werten von 50 μm mit einem Toleranzbereich von $\pm 4 \mu\text{m}$. Gemäß der Lösung aus DE 196 50 865 A1 erfolgt die Öffnungshubeinstellung des Einspritzventilglieds über Einstellscheiben. Dazu werden in einem mechanischen Verfahren die Einzelmaße der miteinander zu fügenden Bauteile eines Kraftstoffinjektors, die relevant für den Öffnungshub sind, ermittelt und anschließend entsprechend der ermittelten Maße und Toleranzen aus einem umfang-

reichen Scheibensortiment die entsprechend passende Einstell- bzw. Distanzscheibe ausgewählt. Hierfür wird der Magnet des Magnetventils eingespannt und mit einer definierten Niederhaltekraft F_1 belastet. Mit einer Niederhaltekraft F_2 wird die Ankerplatte, einschließlich des Ankerbolzens, der Ventildfeder und einer Ventildfedereinstellscheibe gegen den Magneten gedrückt und ein Maß a bestimmt, welches den Abstand zwischen der unteren, dem Einspritzventilglied zugewandten Stirnfläche des Ankerbolzens und der Anlagefläche der Einstellscheibe des Magnetventils repräsentiert. Das Vermessen eines Injektor- bzw. Haltekörpers erfolgt, in dem am eingespannten Injektorkörper eine Niederhaltekraft F_4 wirkt und das Einspritzventilglied mit einer Niederhaltekraft F_5 belastet wird. Das Differenzmaß b zwischen der Kontaktfläche des Einspritzventilglieds mit dem Ankerbolzen und der Auflagefläche der Einstellscheibe am Injektorkörper wird ermittelt. Hierdurch bestimmt sich die Dicke der Einstellscheibe aus der Differenz des Maßes a zu Maß b zuzüglich des Sollwertes des Öffnungshubes, bezeichnet als AH_{soll} .

[0004] Das Magnetventil, das nach oben für eine Kraftstoffrückführung geöffnet ist, wird anschließend zusammen mit der entsprechend der Berechnung dimensionierten Einstellscheibe mit dem eigentlichen Injektorkörper verschraubt. In diesem verschraubten bzw. verspannten Zustand wird der Öffnungshub mittels Laserabstandsmessung durch den Kraftstoffrücklauf hochgenau vermessen.

[0005] Für eine Verwendung in Höchstdruck-Einspritzsystem-Injektoren sind für den Ankerhub allenfalls Toleranzen im Mikrometerbereich tolerierbar, um ein reproduzierbares Einspritzventilverhalten zu gewährleisten. Aufgrund der erlaubten lediglich sehr geringen Toleranzabweichungen liegt der Ankerhub nach einer wie vorhergehend geschilderten Vorgehensweise nicht immer innerhalb des Toleranzbereichs, der in hohem Maße von den Fertigungstoleranzen der Komponenten des Einspritzventils bestimmt wird. Demnach werden die einzelnen Komponenten eines Einspritzventils derzeit mit aufwendigen Messverfahren außerhalb und innerhalb der Fertigungslinien vermessen und/oder klassiert.

[0006] Um eine Einstellung des Ankerhubs innerhalb des engen Toleranzbereichs nachträglich zu erzielen, muss das Einspritzventil vollständig demontiert und über die Wahl einer Einstellscheibe mit einer anderen Dimensionierung der Ankerhub neu eingestellt werden. Gegebenfalls wird dieser Vorgang mehrmals wiederholt, bis eine akzeptable Toleranzeinstellung des Ankerhubs im Einspritzventil vorliegt. Diese häufig iterative Vorgehensweise ist äußerst zeitaufwendig und somit kostenintensiv. Zudem erfordert die Zerlegung und Auswahl der richtigen Einstellscheibe eine große Erfahrung seitens des Personals, um eine Nacharbeit möglichst gering zu halten. Die derzeit praktizierte Vorgehensweise ist insgesamt als äußerst unbefriedigend anzusehen und ist für künftige Einspritzventil-Generationen ungeeignet, da sie noch geringere Toleranzwerte erfordern.

Vorteile der Erfindung

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein einfaches Verfahren bereitzustellen, mit welchem eine Ankerhubeinstellung in einem Einspritzventil mit einer Kraftstoffrückführung innerhalb eines Magnetventils weitgehend unabhängig von Einzeltoleranzen der Komponenten ist und im verschraubten Zustand des Magnetventils mit einem Injektorkörper aktiv eingestellt werden kann. Insbesondere sollen Ankerhubtoleranzen, die für künftige Einspritzventil-Generationen erforderlich sind, ohne hohe Kosten ermöglicht werden, d.h. ohne dass die Fertigungstoleranzen aller Einzelkomponenten des Einspritzventils reduziert werden, was neue Fertigungsverfahren, neue Anlagen, genauere Messverfahren zur Fertigungstoleranz-Überwachung erforderlich machen würde.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt die Ankerhubeinstellung im verschraubten Zustand des Einspritzventils. Hierbei wird direkt Einfluß genommen auf ein Maß b , welches den Abstand zwischen einer oberen Kontaktfläche eines Einspritzventilglieds, welches einen Schließelementführungskörper und ein Schließelement umfasst, und der Auflagefläche der Einstellscheibe am Injektorkörper darstellt. Mit dem vorgeschlagenen Verfahren wird durch eine aufgebrachte Prägekraft eine plastische Verformung vorzugsweise ausschließlich in den Schließelementführungskörper derart eingeleitet, dass sich das für den Ankerhub maßgebliche Maß b verändert, wodurch ein kleinerer, serienmäßig vorliegender Ankerhub auf den Sollwert des Ankerhubs vergrößert wird. Insbesondere wird durch die aufgebrachte Prägekraft ein Prägen des Schließelements in den Schließelementführungskörper erreicht.

[0009] Im verschraubten bzw. verspannten Zustand des Magnetventils mit integrierter Kraftstoffrückführung mit dem Injektorkörper wird ein geeigneter Prägestempel durch die Kraftstoffrückführung eingeführt und wirkt auf eine dem Einspritzventilglied entgegengesetzte Stirnfläche des Ankerbolzens mit einer definierten Prägekraft. Als Folge dieser Belastung wirkt die Prägekraft über den Ankerbolzen, auf den Schließelementführungskörper, auf das Schließelement, welches in seinen Sitz am Schließelementführungskörper und gegebenenfalls in seinen Ventilsitz an einem Ventilstück des Injektorkörpers entsprechend eingeprägt wird. Hierdurch verändert sich das Maß b und damit über den vorher erwähnten Zusammenhang der Ankerhub AH_{soll} .

[0010] Somit ist eine aktive Einstellung eines gewünschten Ankerhubs, behaftet mit einem engen Toleranzbereich, in dem montierten Zustand des Einspritzventils möglich, welches weitgehend entkoppelt ist von Fertigungsschwankungen der einzelnen Komponenten des Einspritzventils. Die Genauigkeit der Ankerhubeinstellung ist in hohem Maße von den Toleranzen der Komponenten unabhängig. Das erfindungsgemäße Verfahren selbst basiert nicht länger auf aufwendige Messverfahren zur Prüfung der Einspritzventil-Komponenten, so

dass diese reduziert wenn nicht sogar entfallen können. Die Ausführung der Montage des Einspritzventils, d.h. das Verschrauben von Magnetventil und Injektorkörper beeinflusst nicht mehr den erzielten Ankerhub und seine Toleranzwerte. Iterative Verfahren zur Berechnung der Dimensionierung der Einstellscheibe entfallen und die Klassierung der Einstellscheibe reduziert sich im Aufwand. Das Verfahren bietet eine kostengünstige und vergleichsweise einfache Lösung der exakten Einstellung des Ankerhubs.

[0011] Der für das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzte Prägestempel ist so konzipiert, dass er sicher und problemlos in die Kraftstoffrückführung des Magnetventils eingeführt werden kann, ohne diesen beim Prägevorgang zu beschädigen. Das für den Prägestempel verwendete Material weist bezüglich seiner Härte und Festigkeit höhere Werte auf als die entsprechenden Größen des Materials, aus dem der Ankerbolzen gefertigt ist. Das Schließelement, welches vorzugsweise als Kugel ausgebildet ist, besteht insbesondere bei PKW Einspritzventilen aus Silizium-Nitrid, wodurch gewährleistet wird, dass sich beim Prägevorgang nur der Schließelementführungskörper und der Ventilsitz des Ventilstücks entsprechend der Prägung verformen.

[0012] Allerdings kann die Verformung des Ventilsitzes an dem Ventilstück Einfluß auf die Strömungsverhältnisse im Ventilöffnungsbereich nehmen. Um dem entgegenzuwirken, wird der Schließelementführungskörper derart modifiziert, dass die durch den Prägestempel aufgebrachte Prägekraft nahezu ausschließlich zu einer plastischen Verformung am Schließelementführungskörper führt, während der Ventilsitz am Ventilstück unverändert bleibt.

Zeichnung

[0013] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

[0014] Es zeigt:

Figur 1 einen Schnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einem Magnetventil mit einer integrierten Kraftstoffrückführung und einer Einstellscheibe zur Festlegung eines Ankerhubs gemäß des Standes der Technik;

Figur 2 einen Schnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einem Magnetventil und den zur Klassierung der Einstellscheibe relevanten Maßen, gemäß des Standes der Technik;

Figur 3 einen Schnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einem Magnetventil und einem eingeführten Prägestempel während einer erfindungsgemäßen aktiven Ankerhubeinstellung;

Figur 4 einen erfindungsgemäßen Prägestempel;

Figur 5 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Schließelementführungskörper.

Ausführungsbeispiele

[0015] Figur 1 zeigt einen Schnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einem Magnetventil mit einer integrierten Kraftstoffrückführung, wobei ein Ankerhub über eine Einstellscheibe, gemäß des Standes der Technik festgelegt ist.

[0016] Der in Figur 1 dargestellte Kraftstoffinjektor 1 umfasst einen Injektorkörper 2, in dem in einer Zylinderbohrung 3, die in einem Ventilstück 4 eingebracht ist, ein in axialer Richtung bewegbares Einspritzventilglied 5 beweglich geführt ist. Das Einspritzventilglied 5 wird an einer Stirnseite über den in einem Steuerraum 6 herrschenden Druck beaufschlagt. Die Befüllung des Steuerraums 6 erfolgt über eine Zulaufdrossel 7. Koaxial zum Einspritzventilglied 5 zweigt aus dem Steuerraum 6 ein im Ventilstück 4 verlaufender Entlastungskanal 8 ab, der eine Ablaufdrossel 9 enthält und in einen Entlastungsraum 10 mündet, der in nicht näher dargestellter Weise mit einer Kraftstoffrückführung 11 des Kraftstoffinjektors 1 verbunden ist.

[0017] Der Entlastungskanal 8 mündet in einen kegelförmig angesenkten Bereich 12 an der außenliegenden Stirnseite des Ventilstücks 4. Das Ventilstück 4 ist dabei in einem Flanschbereich 13 fest über ein Schraubstück 14 mit dem Injektorkörper 2 verspannt. Im Bereich des Austritts des Entlastungskanals 8 an dem kegelförmig angesenkten Bereich 12 ist ein Ventilsitz 15 ausgebildet, mit dem ein Schließelement 16 eines das Einspritzventil betätigenden Magnetventils 17 zusammenwirkt. Das in der Figur 1 kugelförmig ausgebildete Schließelement 16 ist von einem der Kontur des Schließelements 16 angepassten Schließelementführungskörper 18 teilweise umschlossen. Der Schließelementführungskörper 18 liegt an einer Stirnfläche 19 eines Ankerbolzens 21 an, welcher einer Ankerplatte 22 einen mehrteiligen Anker 20 bildet. Dieser wirkt mit einem Elektromagneten 23 des Magnetventils 17 zusammen. Die Ankerplatte 22 ist unter der Wirkung ihrer trägen Masse gegen die Vorspannkraft einer Rückholfeder 24 dynamisch verschiebbar auf dem Ankerbolzen 21 gelagert und wird durch die Rückholfeder 24 gegen einen Anschlag 25 am Ankerbolzen 21 gedrückt. Die Rückholfeder 24 stützt sich gehäuseseitig gegen eine Anlagefläche 26 des den Ankerbolzen 21 führenden Schraubstücks 14 ab, welches in dem Injektorkörper 2 verspannt ist. Ebenfalls auf der Anlagefläche 26 liegt eine Einstellscheibe 27 an, welche den Weg der Ankerplatte 22 in Schließrichtung begrenzt. Der Ankerbolzen 21 und das mit ihm gekoppelte Schließelement 16, sowie die Ankerplatte 22 sind ständig durch eine sich gehäusefest abstützende Ventilfeeder 28, welche an einer Ventilfeederkrafteinstellscheibe 29 anliegt, in Schließrichtung beaufschlagt, so dass das Schließelement 16 normalerweise in Schließstellung am Ventilsitz 15 ist. Bei Erregung des Elektromagneten 23 wird die Ankerplatte

22 vom Elektromagneten 23 angezogen und damit der Entlastungskanal 8 zum Steuerraum 6 hin geöffnet.

[0018] Zwischen Magnetventil 17 und Injektorkörper 2 wird eine in einem Messverfahren ermittelte Einstellscheibe 30 einer Dicke s eingelegt, die im verspannten Zustand von Magnetventil 17 und Injektorkörper 2 einen Ankerhub des Schließelements 16 festlegt.

[0019] In Figur 2 sind die relevanten Maße zur Bestimmung des Ankerhubs des Schließelements 16 verdeutlicht. Ein Maß a repräsentiert die Situation bei erregtem Elektromagneten 23 und gibt den Abstand zwischen der Stirnfläche 19 des Ankerbolzens 21, wobei im erregten Zustand des Elektromagneten 23 die Position der Stirnfläche 19 mit 19' bezeichnet ist, zu der Anlagefläche 31 am Magnetventil 17 für die zu klassierende Einstellscheibe 30 im geöffneten Zustand des Einspritzventilglieds 5 wieder. Ein Maß b wird am Injektorkörper 2 in einem Zustand ermittelt, der die Schließstellung des Einspritzventilglieds 5 nachbildet. Das Maß b repräsentiert den Abstand zwischen einer Stirnfläche 32 des Schließelementführungskörpers 18, welche zur Anlage mit der Stirnfläche 19 des Ankerbolzens 21 kommt, zu einer Auflagefläche 33 am Injektorkörper 2 für die einzulegende Einstellscheibe 30. Die Dicke s der Einstellscheibe 30 ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Maß a und dem Maß b plus des Sollwertes des Ankerhubs AH_{Soll} , welches in Figur 2 mit Bezugszeichen 34 bezeichnet ist. Nach der einzeln durchgeführten Bestimmung der Maße a und b und unter Einbeziehen des Sollwertes des Ankerhubs AH_{Soll} kann nun die Einstellscheibe 30 mit der Dicke s auf die Auflagefläche 33 eingelegt werden und Magnetventil 17 und Injektorkörper 2 werden gegeneinander verspannt. Mittels einer Laserabstandsmessung durch die Kraftstoffrückführung 11 wird nun der festgelegte Ankerhub des Schließelements 16 gemessen. Die Toleranz des Ankerhubs ist dabei in besonderem Maße von den Fertigungstoleranzen der einzelnen Komponenten des Kraftstoffinjektors 1 abhängig und kann in dem vorliegenden Kraftstoffinjektor 1 nicht ohne eine vollständige Demontage des Kraftstoffinjektors 1 verändert werden.

[0020] In Figur 3 wird das Verfahren der Erfindung verdeutlicht.

[0021] In den Kraftstoffinjektor 1 wird durch die integrierte Kraftstoffrückführung 11 ein Prägestempel 35 eingeführt, der in seiner Ausgestaltung der Geometrie der Kraftstoffrückführung 11 angepasst ist. Der Prägestempel 35, dargestellt in Figur 4, der vorzugsweise aus einem Material gefertigt ist, welches eine höhere Härte/Festigkeit als dasjenige Material des Ankerbolzens 21 aufweist, umfasst Bereiche unterschiedlicher Durchmesser, die eine stufenförmige Außenkontur ergeben. Insbesondere liegt eine Stirnfläche 36 des Prägestempels 35 während des Prägevorganges an einer Kontaktfläche 37 des Ankerbolzens 21 an, wodurch die in den Prägestempel 35 von oben eingeleitete Prägekraft über die Kontaktfläche 37 in den Ankerbolzen 21, über den Schließelementführungskörper 18 auf das Schließelement 16 übertragen

wird.

[0022] Bei geeigneter Materialwahl von Prägestempel 35, Ankerbolzen 21 und Schließelement 16 führt die beaufschlagte Prägekräft zur Verformung des Schließelementführungskörpers 18, insbesondere an einer Kontaktfläche 38 des Schließelementführungskörpers 18 und zur Verformung des Ventilstücks 4, insbesondere im kegelförmig angesenktem Bereich 12 des Ventilsitzes 15. Die an dem Ventilsitz 15 durch das Prägen resultierende Formveränderung kann Auswirkungen auf die Strömungsverhältnisse im Öffnungsbereich des Entlastungskanals 8 am Ventilsitz 15 haben. Eine plastische Verformung ist demnach nur an dem Schließelementführungskörper 18 erwünscht. Um die häufig unerwünschte Auswirkung auf die Strömungsverhältnisse im Öffnungsbereich zu vermeiden, kann eine entsprechend modifizierte Gestaltung der Kontaktfläche 38 am Schließelementführungskörper 18 ausgebildet werden, wie dies in Figur 5 verdeutlicht wird. Die Kontaktfläche 38 am Schließelementführungskörper 18 zur Aufnahme des Schließelements 16 weist eine Kontur auf, welche exponierte Bereiche 39 vorsieht, welche sich durch die beim Prägevorgang eingeleitete plastische Verformung an die Gestalt des Schließelements 16 angleicht.

[0023] Das erfolgreiche Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens setzt in verspannten Kraftstoffinjektoren 1 einen Ankerhub AH_{Ist} voraus, der kleiner ist als der angestrebte Ankerhub AH_{Soll} . Die exakte Einstellung des Ankerhubs AH_{Soll} mit kleiner Toleranz kann durch Prägeverfahren erfolgen. Hierbei wird unterschieden zwischen einem Verfahren, welches eine erzielte Prägetiefe als Funktion der aufgebrachten Prägekräft darstellt und einem Verfahren, welches die erzielte Prägetiefe als Funktion des Weges des Prägestempels darstellt.

[0024] In dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem sich die Prägetiefe als Funktion der Prägekräft darstellt, wird zunächst der herrschende Ankerhub AH_{Ist} in dem verspannten Kraftstoffinjektor 1 bestimmt, der sich nach der Montage der einzelnen Komponenten ergibt. In die Kraftstoffrückführung 11 wird der Prägestempel 35 derart eingeführt, dass die Stirnfläche 36 des Prägestempels 35 an der Kontaktfläche 37 des Ankerbolzens 21 zu liegen kommt. Der Prägestempel 35 wird mit einer ersten Prägekräft mit Wirkrichtung hin zum Ankerbolzen 21 beaufschlagt, die zu einer Verformung der Anlagefläche 38 am Schließelementführungskörpers 18 durch Einprägen des Schließelements 16 führt. Nach diesem ersten Prägevorgang mit einer ersten Prägekräft wird der nun herrschende Ankerhub AH_{Ist} erneut vermessen. Weicht der ermittelte Ankerhub AH_{Ist} noch von dem Sollwert des Ankerhubs AH_{Soll} ab, so kann in einem oder weiteren Prägeschritten mit kleiner werdenden Prägekräften der Ankerhub verändert werden, bis der gewünschte Ankerhub AH_{Soll} mit der gewünschten Toleranz erreicht wird. Hierbei herrschende Prägekräfte können in einem Bereich von wenigen kN liegen, wodurch Prägetiefen bis zu einigen μm erzielt werden können.

[0025] Insbesondere ist bei der Wahl der aufgebrachten Prägekräfte darauf zu achten, dass das Schließelement 16 nicht beschädigt wird. Separat durchgeführte Versuche haben gezeigt, dass die Bruchgrenze eines kugelförmig ausgebildeten Schließelements 16 über dem angegebenen Kräftebereich liegt und darüber hinaus eine stabilisierende Wirkung durch die teilweise Umschließung des Schließelements 16 durch den Schließelementführungskörper 18 erreicht wird.

[0026] Eine alternative Vorgehensweise basiert auf den funktionalen Zusammenhang zwischen der erzielten Prägetiefe und dem Weg, den der Prägestempel 35 durchläuft. Hierfür wird der herrschende Ankerhub AH_{Ist} in dem Kraftstoffinjektor 1 bestimmt. Bei einer Abweichung des herrschenden Ankerhubs AH_{Ist} von dem angestrebten Ankerhub AH_{Soll} wird der in die Kraftstoffrückführung 11 eingeführte Prägestempel 35 mit einer Vorprägekräft beaufschlagt, die insbesondere an dem Schließelementführungskörper 18 keine plastische Verformung hervorruft, sondern nur zu einer Materialsetzung an der Kontaktfläche 38 führt. Bei konstanter Vorprägekräft wird der Prägestempel 35 um eine bestimmte Weglänge in Prägerichtung bewegt. Anschließend wird der herrschende Ankerhub AH_{Ist} bestimmt und mit dem Sollwert des Ankerhubs AH_{Soll} verglichen. Je nach dem kann dieser Vorgang wiederholt werden, bis das gewünschte Ergebnis erzielt ist.

[0027] Mit dem vorgeschlagenen Verfahren, wobei zwei Vorgehensweisen möglich sind, kann eine aktive Ankerhubeinstellung erzielt werden, die eine Demontage des Kraftstoffinjektors vermeidet und somit sich als äußerst kostengünstig und einfach in der Handhabung darstellt. Durch das erfindungsgemäße Prägen kann nicht nur der Ankerhub eingestellt werden, sondern es werden auch engste Toleranzbereiche des Ankerhubs eingehalten, ohne gleichzeitig hohe Kosten zu verursachen. Da dieses Verfahren am fertigen Kraftstoffinjektor durchgeführt wird, reduziert sich drastisch die Ausschussmenge an Kraftstoffinjektoren, die sich bisher für eine weitere Verwendung ungeeignet erwiesen haben, da ihre Ankerhübe ausserhalb des Toleranzbereichs lagen. Darüber hinaus erweist sich das erfindungsgemäße Verfahren hinsichtlich der Konstanz der Einspritzmenge an Kraftstoff als besonders vorteilhaft, da eine Ankerhubdrift, die in den ersten Betriebszeiten des Kraftstoffinjektors entsteht, durch das Einprägen insbesondere des Schließelements vorweg genommen wird.

Bezugszeichenliste

[0028]

- | | |
|---|----------------------|
| 1 | Kraftstoffinjektor |
| 2 | Injektorkörper |
| 3 | Zylinderbohrung |
| 4 | Ventilstück |
| 5 | Einspritzventilglied |
| 6 | Steuerraum |

7	Zulaufdrossel	
8	Entlastungskanal	
9	Ablaufdrossel	
10	Entlastungsraum	
11	Kraftstoffrückführung	5
12	kegelförmig angesenkter Bereich	
13	Flanschbereich	
14	Schraubstück	
15	Ventilsitz	
16	Schließelement	10
17	Magnetventil	
18	Schließelementführungskörper	
19	Stirnfläche	
19'	Position der Stirnfläche 19 im geöffneten Zustand	
20	mehrteiliger Anker	15
21	Ankerbolzen	
22	Ankerplatte	
23	Elektromagnet	
24	Rückholfeder	
25	Anschlag	20
26	Anlagefläche	
27	Einstellscheibe	
28	Ventilfeder	
29	Ventilfederkrafteinstellscheibe	
30	Einstellscheibe	25
31	Anlagefläche	
32	Stirnfläche	
32'	Position der Stirnfläche im geschlossenen Zustand	
33	Auflagefläche	30
34	AH_{Soll} Sollwert des Öffnungshubs	
35	Prägestempel	
36	Stirnfläche Prägestempel	
37	Kontaktfläche Ankerbolzen	
38	Kontaktfläche	35
39	Bereiche	
s	Dicke Einstellscheibe	
a	Abstand in Magnetventil	
b	Abstand in Injektorkörper	
AH	Ankerhub	40

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung des Ankerhubs eines mehrteiligen Ankers (20) in einem Kraftstoffinjektor (1), welcher ein Magnetventil (17) mit einer integrierten Kraftstoffrückführung (11) und einen Injektorkörper (2) mit einem Ventilstück (4) umfasst, wobei der mehrteilige Anker (20) einen Ankerbolzen (21) und eine auf dem Ankerbolzen (21) verschiebbare Ankerplatte (22) aufweist und mit einem ein Schließelement (16) teilweise umschließenden Schließelementführungskörper (18) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Schließstellung des Schließelements (16) der Ankerbolzen (21) mit einer Kraft beaufschlagt wird, die eine plastische Verformung derart hervorruft, dass der An-

kerhub verändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Verformung am Schließelementführungskörper (18) hervorgerufen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Verformung an einer Kontaktfläche (38) des Schließelementführungskörpers (18) mit dem Schließelement (16) hervorgerufen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Verformung an einer Stirnfläche (19) des Schließelementführungskörpers (18) hervorgerufen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Prägestempel (35) durch die Kraftstoffrückführung (11) des Kraftstoffinjektors (1) eingeführt wird, über den der Ankerbolzen (21) mit einer Kraft beaufschlagt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prägestempel (35) aus einem Material gefertigt ist, welches eine höhere Härte und Festigkeit als das Material des Ankerbolzens (21) aufweist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des Ankerhubs des mehrteiligen Ankers (20) folgende Schritte umfasst:
 - a) Messung des herrschenden Ankerhubs (AH_{Ist}) des mehrteiligen Ankers (20) des Kraftstoffinjektors (1);
 - b) Beaufschlagen des Prägestempels (35) mit einer Kraft, die zu einer plastischen Verformung an dem Schließelementführungskörper (18) und/oder dem Ventilstück (4) führt;
 - c) Messung des veränderten Ankerhubs (AH_{Ist}) des mehrteiligen Ankers (20);
 - d) Wiederholen der Schritte a) bis c) bis der herrschende Ankerhub (AH_{Ist}) in einem vorgegebenen Toleranzbereich des Ankerhubs (AH_{Soll}) liegt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung des Ankerhubs des mehrteiligen Ankers (20) folgende Schritte umfasst:
 - a) Messung des herrschenden Ankerhubs (AH_{Ist}) des mehrteiligen Ankers (20) des Kraftstoffinjektors (1);
 - b) Beaufschlagen des Prägestempels (35) mit

einer Kraft, die keine plastische Verformung hervorruft;

c) Wegzustellung des Prägstempels (35) bei konstanter Kraftbeaufschlagung,

d) Messung des veränderten Ankerhubs (AH_{Ist}) des mehrteiligen Ankers (20); 5

e) Wiederholen der Schritte a) bis d) bis der herrschende Ankerhub (AH_{Ist}) in einem vorgegebenen Toleranzbereich des Ankerhubs (AH_{Soll}) liegt. 10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schließelement (16) aus Silizium-Nitrid gefertigt ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

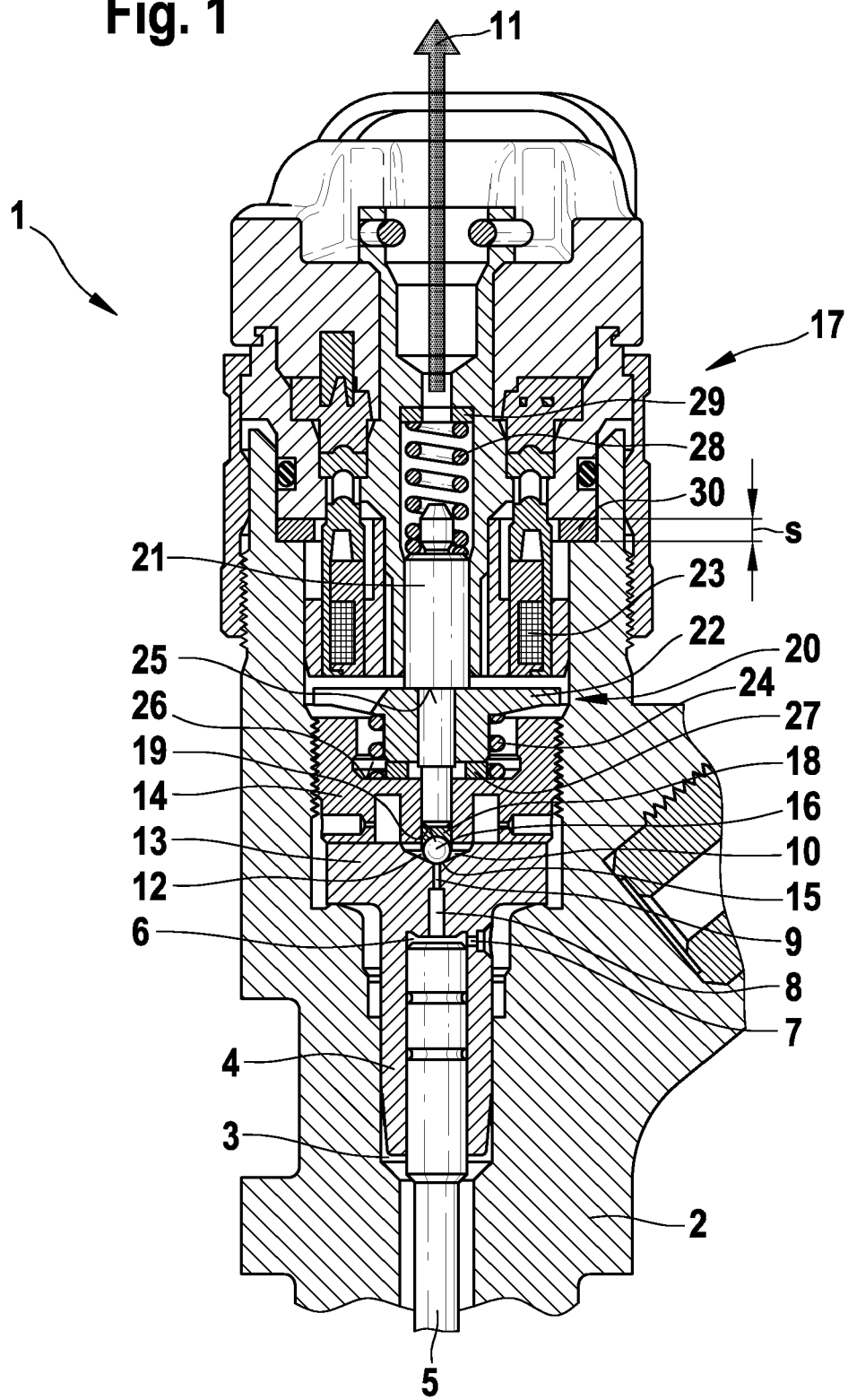
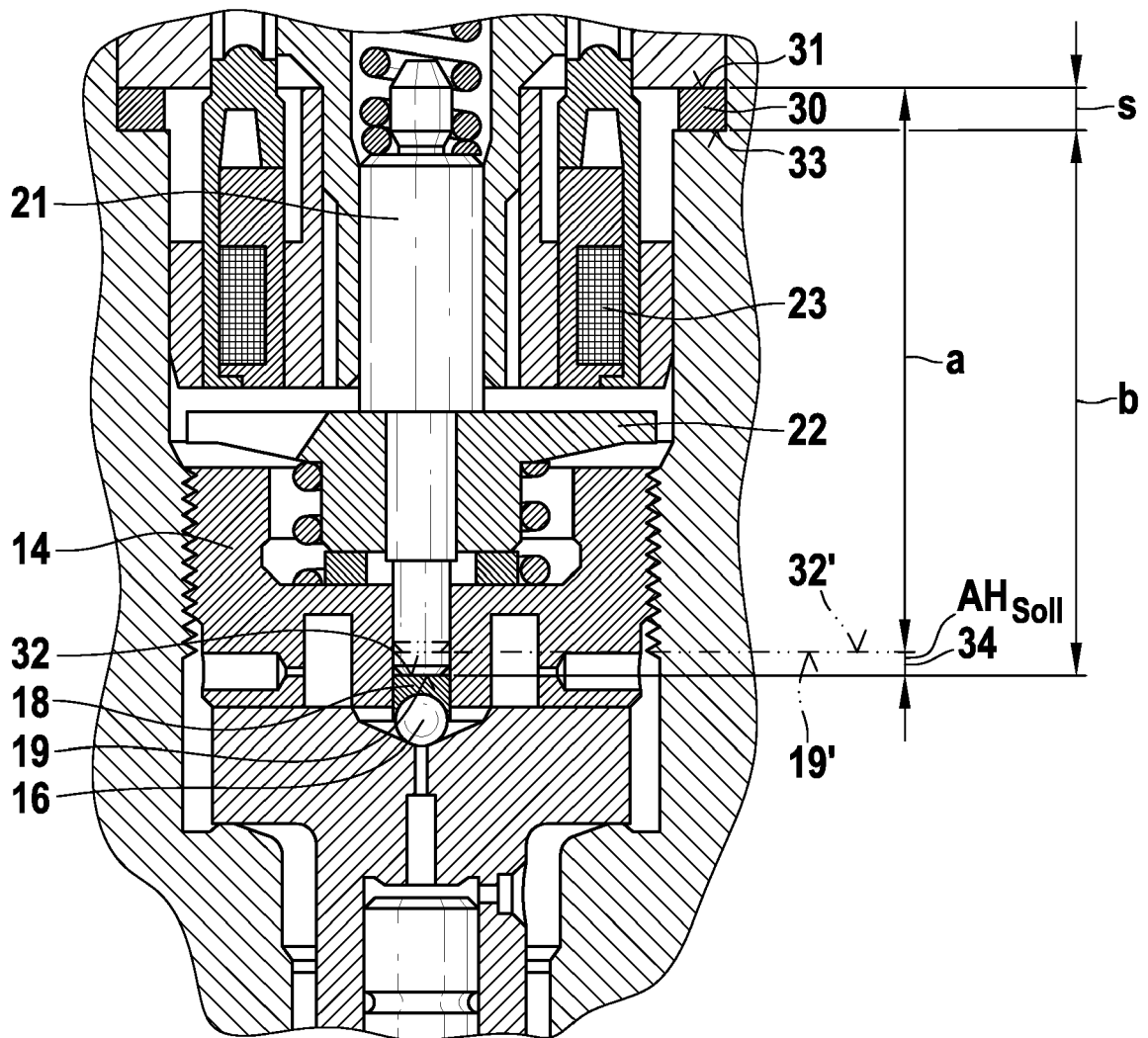


Fig. 2



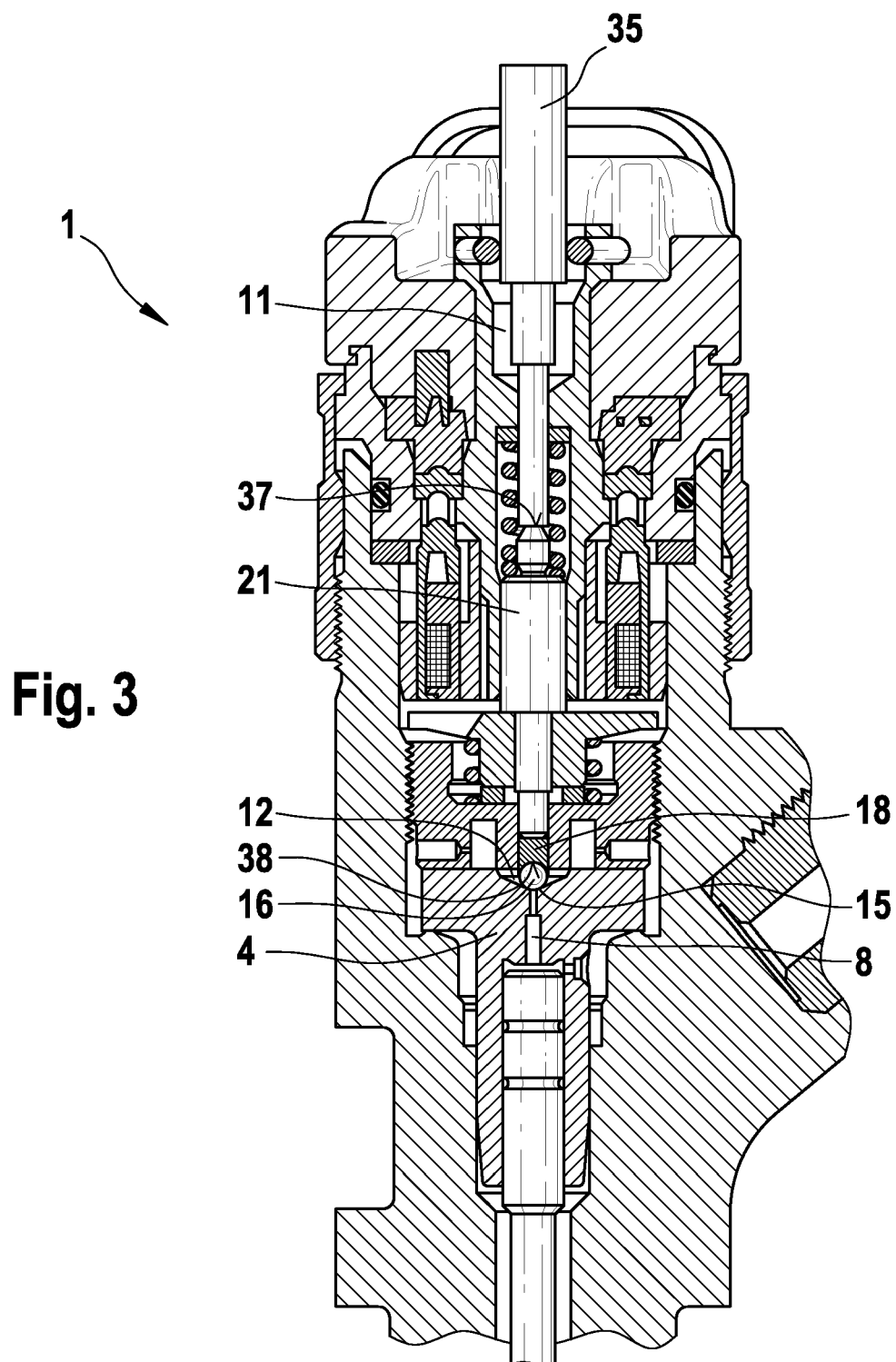


Fig. 4

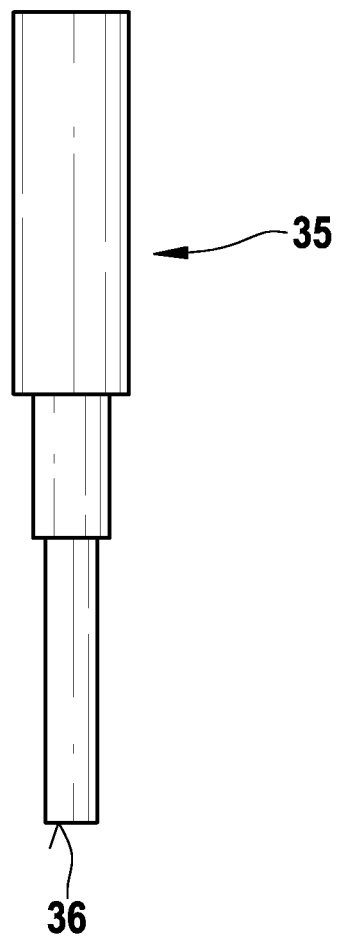
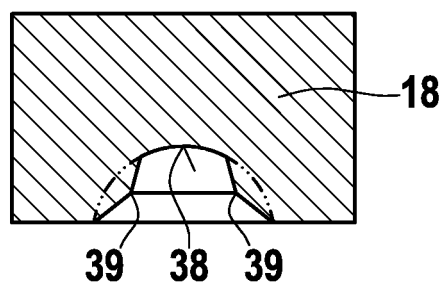


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 11 4059

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 429 350 A (ROBERT BOSCH GMBH) 16. Juni 2004 (2004-06-16) * Absätze [0015] - [0020]; Abbildung 1 * -----	1,7,8	INV. F02M61/16 F02M59/46 F02M47/02
A	WO 95/30830 A (ROBERT BOSCH GMBH; WOLF, GUENTHER; FEDER, MEINRAD; DOWEIDEIT, UWE; HART) 16. November 1995 (1995-11-16) * Seite 7, Zeile 15 - Seite 11, Zeile 7; Abbildungen 1,3,4 * -----	1,3,7,8	
A	DE 29 36 425 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 2. April 1981 (1981-04-02) * Seite 22, Zeile 8 - Seite 24, Zeile 18; Abbildungen 13-15 * -----	1,7,8	
A	US 4 399 944 A (KRAUSS ET AL) 23. August 1983 (1983-08-23) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * -----	1,3	
A	DE 33 40 753 A1 (DIESEL KIKI CO.LTD; DIESEL KIKI CO., LTD., TOKIO/TOKYO, JP) 17. Mai 1984 (1984-05-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4 * -----	1,3,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2006	Prüfer Kolland, U
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 11 4059

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

28-08-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1429350	A	16-06-2004	DE 10257380 A1	15-07-2004
			JP 2004190677 A	08-07-2004
			US 2004111871 A1	17-06-2004

WO 9530830	A	16-11-1995	BR 9506196 A	23-04-1996
			CN 1128059 A	31-07-1996
			EP 0714481 A1	05-06-1996
			JP 3522281 B2	26-04-2004
			JP 9500435 T	14-01-1997
			US 5787583 A	04-08-1998

DE 2936425	A1	02-04-1981	BR 8005661 A	17-03-1981
			FR 2468757 A1	08-05-1981
			GB 2058466 A	08-04-1981
			JP 1682632 C	31-07-1992
			JP 3043465 B	02-07-1991
			JP 56044450 A	23-04-1981
			JP 4090350 A	24-03-1992
			JP 5012548 B	18-02-1993
			US 4365747 A	28-12-1982
			US 4481699 A	13-11-1984

US 4399944	A	23-08-1983	DE 3031564 A1	08-04-1982
			FR 2488945 A1	26-02-1982
			GB 2082292 A	03-03-1982
			JP 1778575 C	13-08-1993
			JP 4057869 B	14-09-1992
			JP 57070951 A	01-05-1982
			US 4602413 A	29-07-1986

DE 3340753	A1	17-05-1984	CH 664428 A5	29-02-1988
			JP 1514975 C	24-08-1989
			JP 59089876 A	24-05-1984
			JP 63064672 B	13-12-1988
			US 4558498 A	17-12-1985

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19650865 A1 [0002] [0003]