

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. April 2006 (20.04.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/040277 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 59/46 (2006.01) F02M 61/16 (2006.01)
F02M 47/02 (2006.01)

Calw (DE). LEICHT, Joachim [DE/DE]; Traubenstr. 1,
71404 Korb-Kleinheppach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/055006

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

5. Oktober 2005 (05.10.2005)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2004 049 288.3 9. Oktober 2004 (09.10.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

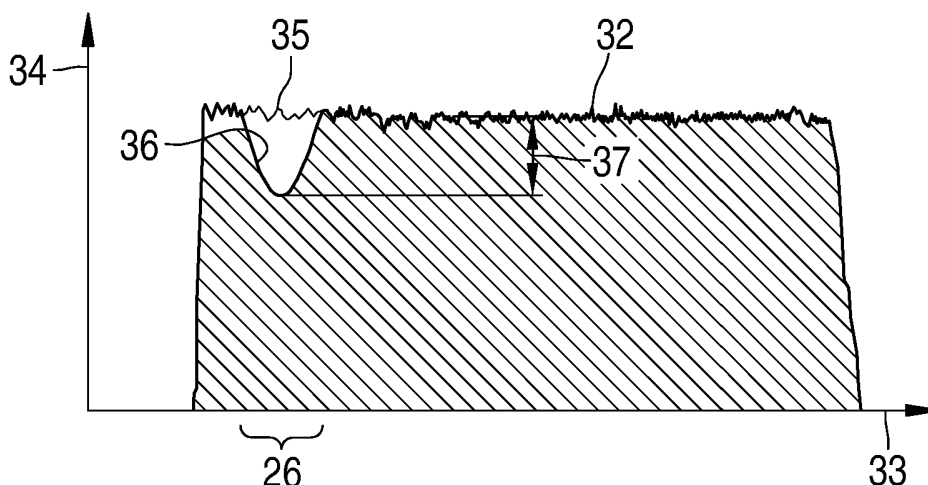
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RUECKLE, Markus
[DE/DE]; Obere Koerschmuehle, 70567 Stuttgart (DE).
SCHNAUFER, Axel [DE/DE]; In Der Eiselstaett 6, 75365

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTOR HAVING A STAMP-MOLDED VALVE SEAT FOR REDUCING ARMATURE STROKE DRIFT

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT FORMGEPRÄGTEM VENTILSITZ ZUR REDUZIERUNG DER ANKER-
HUBDRIFT



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a fuel injector (1) for an internal combustion engine, having a control valve that releases from a control chamber (18) or closes an outlet throttle (20), whereby a closing element (22) is placed in a valve seat (26) for closing the outlet throttle (20). The closing seat (26) is produced by stamp-molding using a stamp (30). The invention also relates to a fuel injector which is produced by the inventive method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors (1) für eine Verbrennungs-
kraftmaschine mit einem Steuerventil, das eine Ablaufdrossel (20) aus einem Steuerraum (18) freigibt oder verschließt, wobei zum
Verschließen der Ablaufdrossel (20) ein Schließelement (22) in einen Ventilsitz (26) gestellt wird. Der Schließeitz (26) wird durch
Formprägen mit einem Prägestempel (30) ausgebildet. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Kraftstoffinjektor, der durch das Ver-
fahren hergestellt wird.

WO 2006/040277 A1



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Kraftstoffinjektor mit formgeprägtem Ventilsitz zur Reduzierung der Ankerhubdrift

10

Technisches Gebiet

15

Bei Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoffeinspritzung wird der Kraftstoff den einzelnen Brennräumen der Verbrennungskraftmaschine über Kraftstoffinjektoren mit hydraulisch betätigter Düsenadel zugeführt. Hierzu ist im Kraftstoffinjektor ein Ventil aufgenommen, welches zum Beispiel elektromagnetisch oder mittels eines Piezoaktors angesteuert wird. Durch das Ventil wird eine Ablaufdrossel eines Steuerraumes, der mit der Düsenadel in Verbindung steht, freigegeben oder verschlossen.

20

Stand der Technik

25

Bei Kraftstoffinjektoren, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind, ist im Gehäuse des Kraftstoffinjektors ein Ventilstück aufgenommen, in welchem eine Ablaufdrossel ausgebildet ist, die mit einem Steuerraum in Verbindung steht. Die Ablaufdrossel wird durch ein Schließelement freigegeben oder verschlossen. Hierzu ist im Ventilstück ein kegelförmiger Ventilsitz ausgebildet, in welchen die Ablaufdrossel mündet. Zum Verschließen der Ablaufdrossel wird in den kegelförmigen Ventilsitz ein kugelförmiges Schließelement gestellt.

30

Um die für den Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine erforderlichen hohen Öffnungs- und Schließgeschwindigkeiten des Kraftstoffinjektors zu erreichen, wird das Schließelement des Steuerventils mit hoher Geschwindigkeit in seinen Sitz gestellt oder aus diesem gehoben. Dieses ständige Schalten des Schließelements führt zu einem Verschleiß des Ventilsitzes. Aus diesem Verschleiß resultiert eine Ankerhubdrift. Das heißt, dass sich der Weg, den das Schließelement zum Verschließen der Ablaufdrossel zurücklegt, aufgrund des Verschleißes vergrößert. Der vergrößerte Hubweg des Schließelementes führt dazu, dass auch der Hubweg des Magnetankers bei einem magnetgesteuerten Ventil beziehungsweise der Aktorhub bei einem Piezoaktor vergrößert wird. Hieraus resultieren größere Öffnungs- und Schließzeiten des Steuerventils und damit längere Öffnungszeiten der Einspritzöffnung,

35

woraus wiederum höhere Einspritzmengen resultieren. Diese größeren Einspritzmengen an Kraftstoff in die Brennräume der Verbrennungskraftmaschine führen zu höheren Motor-emissionen und höheren Verbrennungsgeräuschen.

5

Darstellung der Erfindung

Zur Verringerung des Verschleißes des Ventilsitzes und damit zur Reduktion der Ankerhubdrift wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Steuerventil, das eine Ablaufdrossel aus einem Steuerraum freigibt oder verschließt, und bei dem zum Verschließen der Ablaufdrossel ein Schließelement in einen Ventilsitz gestellt wird, der Ventilsitz durch Formprägen mit einem Prägestempel ausgebildet. Hierdurch wird vermieden, dass der Ventilsitz während des Betriebes des Kraftstoffinjektors plastisch verschleißt.

15

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Prägestempel, mit dem der Ventilsitz formgeprägt wird, in Form des Schließelementes ausgebildet.

Bei Verwendung eines kugelförmigen Schließelementes, welches in einen kegelförmigen Ventilsitz gestellt wird, ist der Prägestempel vorzugsweise in Form einer Kugel mit tangential daraus erwachsendem Kegelstumpf ausgebildet. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist der Kegelstumpf einen Öffnungswinkel auf, der größer oder gleich dem Öffnungswinkel des kegelförmig ausgebildeten Ventilsitzes ist. Hierdurch wird vermieden, dass Material, welches durch das Prägen verdrängt wird, an der der Ablaufdrossel zugewandten Seite der Prägestelle eine Erhöhung bildet. Diese Erhöhung führt bei geöffnetem Ventil zu einer stärkeren Drosselung des Kraftstoffstroms. Dies führt dazu, dass der aus dem Steuerraum ausströmende Kraftstoffvolumenstrom reduziert wird und so die Öffnungsgeschwindigkeit der Einspritzöffnungen ebenfalls verringert wird.

Damit beim Formprägen des Ventilsitzes nicht der Prägestempel, sondern der Ventilsitz verformt wird, ist der Prägestempel vorzugsweise mit einer Oberfläche versehen, die aus einem Hartmetall besteht. In einer bevorzugten Ausführungsform besteht der gesamte Prägestempel aus einem Hartmetall. Dem Fachmann bekannte Hartmetalle sind zum Beispiel Sinterwerkstoffe aus Wolframcarbid, Titancarbid, Tantalcarbid, Molybdäncarbid und Cobalt. Das Hartmetall weist vorzugsweise eine Härte im Bereich von 1300-1800 HV30 auf.

Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Steuerventil, das eine Ablaufdrossel aus einem Steuerraum freigibt oder

verschließt, wobei zum Verschließen der Ablaufdrossel ein Schließelement in einen Ventilsitz gestellt wird, ist der Ventilsitz durch Formprägen ausgebildet.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Ventilsitz des Steuerventils kegelförmig ausgebildet. Das bevorzugte Schließelement zum Verschließen oder Freigeben des kegelförmig ausgebildeten Ventilsitzes ist kugelförmig ausgebildet.

10 In einer weiteren Ausführungsform ist der Ventilsitz in einem Ventilstück ausgebildet, welches im Gehäuse des Kraftstoffinjektors aufgenommen ist.

Zeichnung

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher beschrieben.

15 Darin zeigt:

Figur 1 Einen Kraftstoffinjektor für ein Hochdruckspeichereinspritzsystem,

20 Figur 1.1 Einzelheit A aus Figur 1,

Figur 2 einen kegelförmig ausgebildeten Ventilsitz, auf welchen ein Prägestempel wirkt,

25 Figur 3 einen Konturschrieb eines kegelförmig ausgebildeten Ventilsitzes nach dem Stand der Technik,

Figur 4 einen Konturschrieb eines kegelförmig ausgebildeten, formgeprägten Ventilsitzes in einer ersten Ausführungsform,

30 Figur 5 einen Konturschrieb eines kegelförmig ausgebildeten, formgeprägten Ventilsitzes in einer zweiten Ausführungsform.

Ausführungsvarianten

35 Figur 1 zeigt einen Kraftstoffinjektor für ein Hochdruckspeichereinspritzsystem.

Ein Kraftstoffinjektor 1 umfasst einen Injektorkörper 2, in welchem ein Ventilkolben 3 geführt ist. Der Ventilkolben 3 wirkt mit einer Stirnseite 4 auf einen Druckbolzen 5, welcher

an einer Düsennadel 6 ausgebildet ist. Auf der einem hier nicht dargestellten Brennraum zugewandten Seite ist im Injektorkörper 2 mindestens eine Einspritzöffnung 7 ausgebildet. Bei verschlossener Einspritzöffnung 7 übt der Ventilkolben 3 mit seiner Stirnseite 4 eine Druckkraft auf den Druckbolzen 5 der Düsennadel 6 aus. Hierdurch wird die Düsennadel 6 in einen Sitz 8 gestellt und so die mindestens eine Einspritzöffnung 7 verschlossen. Zusätzlich zur Druckkraft des Ventilkolbens 3 auf den Druckbolzen 5 wirkt ein als Druckfeder ausgebildetes Federelement 9 auf die Düsennadel 6. Das als Druckfeder ausgebildete Federelement 9 ist vorzugsweise eine Spiralfeder. Diese umschließt in der Figur 1 dargestellten Ausführungsform den Druckbolzen 5 der Düsennadel 6 und den der Düsennadel 6 zugewandten Teil des Ventilkolbens 3. Hierzu ist das Federelement 9 in einem Ventilraum 10 aufgenommen. Das Federelement 9 wirkt mit einer Seite auf eine stufenförmige Erweiterung 11 der Düsennadel 6 und mit der anderen Seite gegen eine Stirnseite 12 des Ventilraumes 10.

Die Kraftstoffversorgung des Kraftstoffinjektors 1 erfolgt über einen Anschlussstutzen 13, der mit einem hier nicht dargestellten Hochdruckspeicher verbunden ist. Im Anschlussstutzen 13 ist ein Kraftstofffilter 14 aufgenommen, in welchem der Kraftstoff von darin enthaltenen Partikeln gereinigt wird, um Beschädigungen durch Abrieb im Kraftstoffinjektor 1 zu vermeiden. An den Kraftstofffilter 14 schließt sich ein Kanal 15 an, über welchen der Kraftstoff in einen Düsenraum 16 gelangt. Vom Düsenraum 16 strömt der Kraftstoff über einen Ringspalt 17 zur Einspritzöffnung 7.

An der der Düsennadel 6 abgewandten Seite endet der Ventilkolben 3 in einem Steuerraum 18. Der Steuerraum 18 wird über eine Zulaufdrossel 19 mit Kraftstoff versorgt. Die Zulaufdrossel 19 schließt sich ebenfalls dem Kraftstofffilter 14 an, so dass auf der Anströmseite der Zulaufdrossel 19 ebenfalls Systemdruck herrscht. Aus dem Steuerraum 18 gelangt der Kraftstoff über eine Ablaufdrossel 20 in einen niederdruckseitigen Ablaufstutzen 21, der zum Beispiel mit einem hier nicht dargestellten Kraftstoffvorratsbehälter verbunden ist.

Die Ablaufdrossel 20 lässt sich durch ein hier kugelförmig ausgebildetes Schließelement 22 verschließen oder freigeben.

Bei verschlossener Ablaufdrossel 20 herrschen im Steuerraum 18, im Ventilraum 10 und im Düsenraum 16 Systemdruck. Aufgrund der größeren Fläche der Stirnseite, die den Steuerraum 18 begrenzt, als der in entgegengesetzter Richtung weisenden Flächen des Ventilkolbens 3, ist die Druckkraft, die in Richtung der mindestens einen Einspritzdüse 7 wirkt, größer als die in der entgegengesetzte Richtung wirkende Druckkraft und die Düsennadel 6 wird in ihren Sitz 8 gestellt und verschließt so die mindestens eine Einspritzöffnung 7. So-

bald sich das Schließelement 22 aus seinem Sitz hebt und so die Ablaufdrossel 20 freigibt, sinkt der Druck im Steuerraum 18 ab. Hierdurch nimmt ebenfalls die in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 7 wirkende Druckkraft ab. Der Ventilkolben 3 bewegt sich in Richtung der Ablaufdrossel 20. Gleichzeitig hebt sich die Düsennadel 6 aus ihrem Sitz und gibt die mindestens eine Einspritzöffnung 7 frei.

Die Ansteuerung des Schließelementes 22 erfolgt bei der hier dargestellten Ausführungsvariante über ein elektrisch gesteuertes Magnetventil 23. Anstelle des Magnetventils 23 könnte zur Betätigung des Schließelementes 22 jedoch auch ein Piezoaktor, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung eines hydraulischen Kopplers oder eines Druckübersetzers zum Einsatz gelangen.

Zur Erleichterung der Fertigung und Montage des Kraftstoffinjektors 1 wird in den Injektorkörper 2 ein Ventilstück 24 eingesetzt, in welchem der Steuerraum 18 samt Zulaufdrossel 19 und Ablaufdrossel 20 ausgebildet ist. Weiterhin ist im Ventilstück 24 eine Bohrung 25 ausgeführt, in welcher der Ventilkolben 3 geführt ist.

Figur 1.1 zeigt die Einzelheit A aus Figur 1.

Figur 1.1 zeigt den Ventilkolben 3 in seiner oberen Position, das heißt, bei geöffneter Einspritzöffnung 7. Zum Verschließen der Einspritzöffnung 7 wird die Ablaufdrossel 20 verschlossen. Hierzu wird das Schließelement 22 in einen Ventilsitz 26 gestellt. Damit das Schließelement 22 die Ablaufdrossel 20 druckdicht verschließt, ist der Ventilsitz 26 in einer kegelförmig ausgebildeten Stirnseite 32 des Ventilstücks 24 ausgebildet. In der hier dargestellten Ausführungsform öffnet sich dazu die Ablaufdrossel 20 kegelförmig zum Schließelement 22 hin. Durch Verschließen der Ablaufdrossel 20 wird die Verbindung zum Niederdruckteil des Kraftstoffsystems unterbrochen. Über die Zulaufdrossel 19, die über einen Ringraum 27 und einen Zulaufkanal 28 mit dem Hochdruckspeicher verbunden ist, wird der Steuerraum 18 mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff versorgt. Hierdurch steigt der Druck im Steuerraum 18 ebenfalls wieder auf Systemdruck an. Aufgrund des steigenden Drucks im Steuerraum 18 nimmt die auf den Ventilkolben 3 wirkende Druckkraft zu und der Ventilkolben 3 wird in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 7 bewegt. Da der Ventilkolben 3 über die Stirnseite 4 mit dem Druckbolzen 5 der Düsennadel 6 in Verbindung steht, wird die Düsennadel 6 ebenfalls in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 7 bewegt und verschließt diese.

Das Schließelement 22 ist über einen Kolben 29 mit einem Anker des Magnetventils 23 verbunden. Bei Verwendung eines Piezoaktors anstelle des Magnetventils 23 wirkt der Piezoaktor direkt auf den Kolben 29.

- 5 Um zu vermeiden, dass sich der Ventilsitz aufgrund der hohen Geschwindigkeiten, mit denen das Schließelement 22 in diesen gestellt wird, verschleißt, woraus ein größerer Ankerhub und damit eine größerer Schließzeit resultiert, wird der Ventilsitz 26 bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor formgeprägt. Durch das Formprägen wird die Hertz'sche Flächenpressung durch eine Erhöhung des Traganteiles reduziert. Das heißt, dass durch das
- 10 Formprägen die Auflagefläche des Schließelementes 22 auf dem Ventilsitz 26 vergrößert wird. Durch die reduzierte Flächenpressung wirkt eine geringere Kraft auf den Ventilsitz 26, wodurch auch dessen Verschleiß reduziert wird. Ein weiterer Vorteil des Formprägens des Ventilsitzes 26 ist, dass das Material im Prägebereich verfestigt wird. Aus der Materialverfestigung resultiert eine weitere Reduzierung des Verschleißes. Auch werden Rauig-
- 15 keitsspitzen, die fertigungsbedingt entstehen, geglättet.

Durch das Formprägen des Ventilsitzes 26 wird der Sitzverschleiß vorweggenommen und so der Verschleiß zwischen dem Ventilsitz 26 und dem Schließelement 22 während des Betriebes minimiert. Hierdurch kann die Zunahme der Voreinspritzmenge aufgrund der wäh-

20 rend des Betriebes des Kraftstoffinjektors erhöhten Ankerhubes weitgehend unterbunden werden. Steigende Einspritzmengen während des Betriebes der Verbrennungskraftmaschine führen zu erhöhter Emission der Verbrennungskraftmaschine, zu einer Erhöhung des Verbrennungsgeräusches und zu einer stärkeren Belastung der gesamten Verbrennungskraftmaschine.

25 Zum Formprägen des Ventilsitzes 26 wird zum Beispiel ein Prägestempel aus einem Hartmetall eingesetzt, welcher in Form des Schließelementes 22 ausgebildet ist.

Figur 2 zeigt einen Ventilsitz, in welchen ein Prägestempel gestellt ist.

30 Um zu vermeiden, dass sich auf der der Ablaufdrossel 20 zugewandten Seite des Ventilsitzes 26 beim Formprägen eine Erhebung ausbildet, ist bei einem Ventil mit kugelförmigem Schließelement 22 und kegelförmigem Ventilsitz 26 der Prägestempel 30 in Form einer Kugel mit tangential daraus erwachsendem Kegelstumpf 31 ausgebildet. Durch den Kegel-

35 stumpf 31 wird verhindert, dass sich eine Erhebung entlang der Kugelform ausbildet, indem das Material durch die Form des Kegelstumpfes 31 entlang der Richtung des ebenfalls kegelförmig ausgebildeten Ventilsitzes 26 geprägt wird.

Wenn sich eine solche Erhebung beim Formprägen des Ventilsitzes 26 ausbildet, wird der Durchflussquerschnitt bei geöffnetem Ventil verkleinert. Das Ventil wirkt so als Drossel, wodurch der Kraftstoffvolumenstrom, der aus der Ablaufdrossel 20 strömt, reduziert wird. Ein derart reduzierter Kraftstoffvolumenstrom führt zu einer langsameren Druckabsenkung im Steuerraum 18 und damit auch zu einer reduzierten Öffnungsgeschwindigkeit der Düsennadel 6. Hieraus resultiert weiterhin ein verändertes Einspritzverhalten, was den Verbrennungsverlauf im Brennraum der Verbrennungskraftmaschine negativ beeinflussen kann.

Der Kegelstumpf 31 weist vorzugsweise einen Öffnungswinkel α_1 auf, der größer ist als der Öffnungswinkel α_2 des Ventilsitzes 26. Bei gleichem Öffnungswinkel α_1 des Kegelstumpfes 31 und Öffnungswinkel α_2 des Ventilsitzes 26 ist es möglich, dass ein Teil des Materials beim Formprägen in Richtung der Ablaufdrossel 20 gepresst wird. In diesem Fall bildet sich ein Grat am Übergang vom Ventilsitz 26 in die Ablaufdrossel 20 aus, an dem sich der Öffnungswinkel ändert. Dieser Grat führt zu einer negativen Beeinflussung der Kraftstoffströmung.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Öffnungswinkel α_1 um 0 bis 10 Grad größer als der Öffnungswinkel α_2 des Ventilsitzes 26. Ein größerer Öffnungswinkel α_1 des Kegelstumpfes 31 führt dazu, dass sich an der Prägestelle im Bereich des Ventilsitzes 26 auf der Seite des Kegelstumpfes 31 eine Erhebung ausbildet, die als zusätzliche Drossel für die Kraftstoffströmung wirkt.

Auch bei nicht kugelförmigem Schließelement 22 kann ein Verschleiß am Ventilsitz 26 durch Formprägen des Ventilsitzes 26 vermindert werden. Um bei kegelförmigem Ventilsitz 26 zu vermeiden, dass sich im Bereich des Ventilsitzes 26 eine Erhebung ausbildet, ist auch bei nicht kugelförmigem Schließelement 22 der Prägestempel 30, der in Form des Schließelementes 22 ausgebildet ist, vorzugsweise mit einem Kegelstumpf 31 versehen, dessen Öffnungswinkel α_1 größer ist als der Öffnungswinkel α_2 des Ventilsitzes 26. So kann bei kegelförmigem Ventilsitz 26 das Schließelement 22 neben der Kugelform zum Beispiel auch in Form eines Paraboloiden oder eines Zylinders ausgebildet sein.

Neben dem Kegelstumpf 31 ist es auch möglich, dass der Prägestempel 30 in Form eines Kegels endet, dessen Spitzenwinkel größer oder gleich dem Öffnungswinkel α_2 des Ventilsitzes 26 ist.

Als Material für den Prägestempel eignet sich jedes Material, welches härter ist als das Material, aus welchem der Ventilsitz 26 gefertigt ist. Besonders geeignet als Material für den

Prägestempel 30 sind zum Beispiel Hartmetalle, die aus der Gruppe der Hartmetalle K 01 - K 40 ausgewählt sind. Die Härte dieser Hartmetalle beträgt je nach Zusammensetzung 1300-1800 HV 30. Die Hartmetalle sind dabei Sinterwerkstoffe aus Wolframcarbid, Titan-
carbid, Tantalcarbid, Molybdäncarbid und Kobalt. Neben den Hartmetallen eignen sich zum
5 Beispiel auch druckfeste Keramiken, die härter sind als das Material aus dem der Ventilsitz 26 gefertigt ist.

Figur 3 zeigt einen Konturschrieb eines kegelförmig ausgebildeten Ventilsitzes nach dem Stand der Technik.

10

Auf der Abszisse 33 des in Figur 3 dargestellten Diagramms ist die Länge der kegelförmig ausgebildeten Stirnseite 32 des Ventilstücks 24 in mm dargestellt, in welcher der Ventilsitz 26 ausgebildet ist. Die Ordinate 34 zeigt die Oberflächenrauigkeit in μm . Die mit Bezugs-
zeichen 35 bezeichnete Linie zeigt die Oberfläche der kegelförmig ausgebildeten Stirnseite
15 des Ventilstücks 24, bevor das Schließelement 22 ein erstes Mal in den Ventilsitz 26 gestellt wird. Es ist bereits hier deutlich zu erkennen, dass die Oberfläche der Stirnseite 32 des Ventilstückes 24 eine fertigungsbedingte Rauigkeit aufweist. Das millionenmalige Schalten des Schließelementes 22 führt zu einem Verschleiß im Ventilsitz 26. Durch das Schließelement 22 entsteht eine Vertiefung 36 im Bereich des Ventilsitzes 26. Die Vertiefung 36 weist eine
20 Verschleißtiefe 37 auf, die deutlich größer ist, als die mittlere Oberflächenrauigkeit der Stirnseite 32 des Ventilstücks 24. Aufgrund der nur sehr kleinen Öffnungs- beziehungsweise Schließwege des Schließelementes 22 führt die Verschleißtiefe 37 zu einem deutlich verlängerten Schließweg zum Verschließen des Steuerventils. Dies führt ebenfalls zu einem lang-
sameren Verschließen der Einspritzöffnung 7 und damit zu einer größeren Kraftstoffmenge,
25 die in den Brennraum eingespritzt wird. Dies führt zu höheren Motoremissionen und höheren Verbrennungsgeräuschen

Figur 4 zeigt einen Konturschrieb eines kegelförmig ausgebildeten Ventilsitzes, in welchem der Ventilsitz mit einem kugelförmigen Prägestempel formgeprägt ist.

30

Figur 4 ist entnehmbar, dass die Oberfläche 35 vor dem ersten Schließen des Steuerventiles deutlich glatter ist, wenn der Ventilsitz 26 geprägt wird. Die Prägetiefe, in der der Ventilsitz 26 geprägt wird, ist mit Bezugszeichen 39 bezeichnet. Aufgrund des kugelförmigen Prä-
gestempels hat der formgeprägte Ventilsitz 26 den Querschnitt eines Kreissegmentes. Dies
35 führt dazu, dass sich zur Ablaufdrossel 20 hin eine Erhebung 40 ausbildet. Die Erhebung 40 führt bei geöffneter Ablaufdrossel 20 dazu, dass der Durchflussquerschnitt reduziert wird. Aus diesem Grund wirkt der Ventilsitz 26 bei geöffneter Ablaufdrossel 20 als zusätzliche Drossel.

Durch das Prägen des Ventilsitzes 26 wird das Material im Bereich des Ventilsitzes 26 verfestigt. Diese Materialverfestigung sowie die größere Auflagefläche des Schließelementes 22 im Ventilsitz 26 führen dazu, dass sich auch nach einer großen Anzahl an Öffnungs- und Schließbewegungen des Schließelementes 22 eine Vertiefung 36 mit einem Vergleich zum nicht geprägten Ventilsitz 26 nur geringen Verschleißtiefe 37 ausbildet.

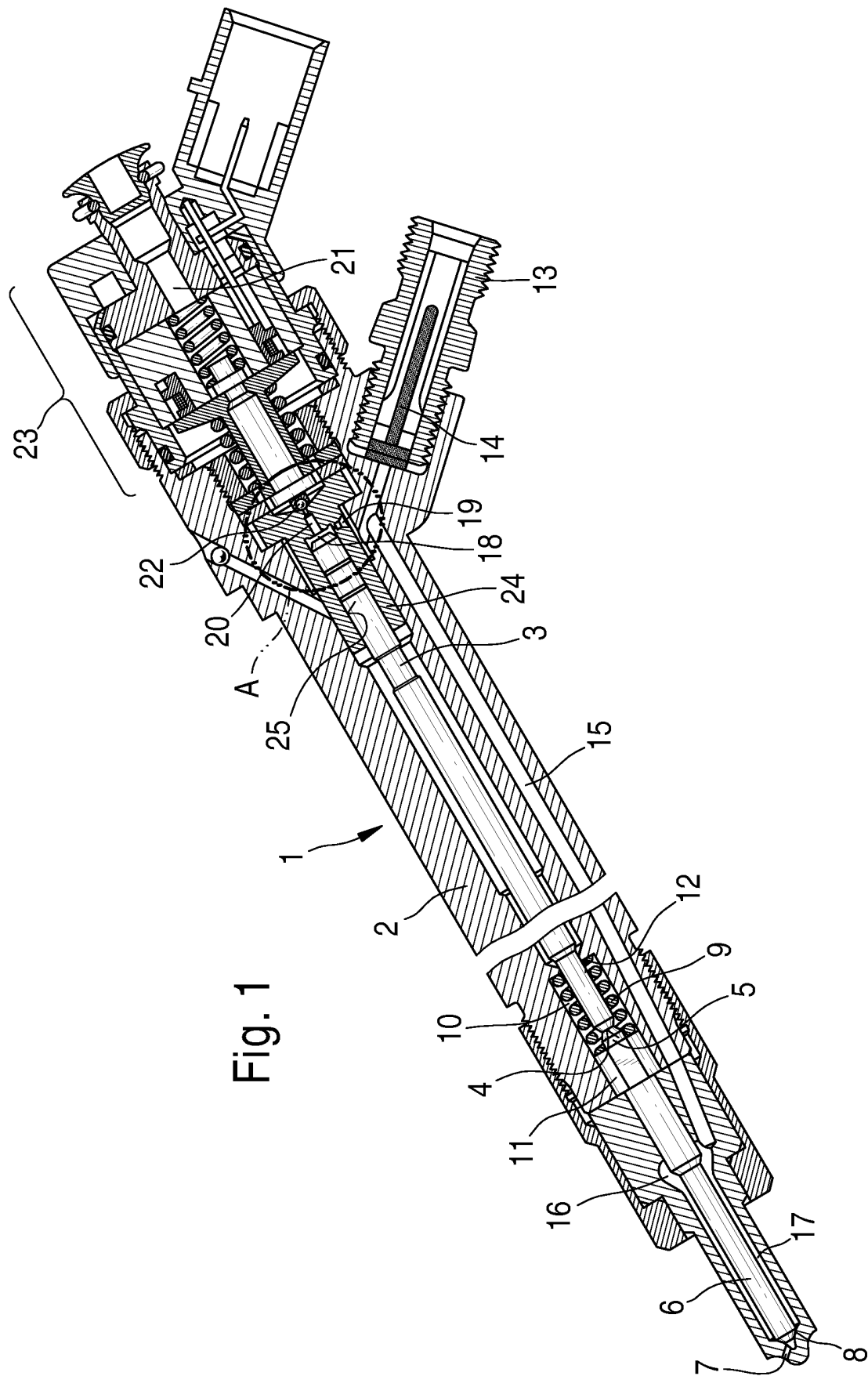
Figur 5 zeigt die Stirnseite 32 des Ventilstücks 24 mit darin formgeprägtem Ventilsitz 26, wenn ein kugelförmiger Prägestempel verwendet wird, bei dem tangential aus der Kugel ein Kegelstumpf erwächst. Auch bei Verwendung eines solchen Prägestempels zeigt sich, dass die Rauigkeit der Oberfläche 35 vor dem ersten Schließen des Steuerventiles geringer ist als bei einem nicht geprägten Ventilsitz 26. Durch den kegelförmigen Ansatz am Prägestempel 30 entsteht nur eine leichte Erhebung 40 auf der der Ablaufdrossel 20 zugewandten Seite des Ventilsitzes 26. Auch bei Verwendung eines Prägestempels 30 in Form einer Kugel mit tangential daraus erwachsendem Kegelstumpf 31 entsteht nach einer großen Anzahl von Öffnungs- und Schließbewegungen des Schließelementes 22 eine Vertiefung 36 mit einer im Vergleich zum nicht formgeprägten Ventilsitz 26 nur geringen Verschleißtiefe 37. Die Prägetiefe des formgeprägten Ventilsitzes 26 ist auch in Figur 5 mit Bezugszeichen 39 bezeichnet.

Bezugszeichenliste

	1	Kraftstoffinjektor	36	Vertiefung
5	2	Injektorkörper	37	Verschleißtiefe
	3	Ventilkolben	38	Sitzbreite
	4	Stirnseite	39	Prägetiefe
	5	Druckbolzen	40	Erhebung
	6	Düsennadel		
10	7	Einspritzöffnung	α_1	Öffnungswinkel des Kegelstumpfes 31
	8	Sitz	α_2	Öffnungswinkel des Ventilsitzes 26
	9	Federelement		
	10	Ventilraum		
	11	stufenförmige Erweiterung		
15	12	Stirnseite des Ventilraumes 10		
	13	Anschlussstutzen		
	14	Kraftstofffilter		
	15	Kanal		
	16	Düsenraum		
20	17	Ringspalt		
	18	Steuerraum		
	19	Zulaufdrossel		
	20	Ablaufdrossel		
	21	Ablaufstutzen		
25	22	Schließelement		
	23	Magnetventil		
	24	Ventilstück		
	25	Bohrung		
	26	Ventilsitz		
30	27	Ringraum		
	28	Zulaufkanal		
	29	Kolben		
	30	Prägestempel		
	31	Kegelstumpf		
35	32	Stirnseite		
	33	Abszisse		
	34	Ordinate		
	35	Oberfläche vor erstem Schließen		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kraftstoffinjektors (1) für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Steuerventil, das eine Ablaufdrossel (20) aus einem Steuerraum (18) freigibt oder verschließt, wobei zum Verschließen der Ablaufdrossel (20) ein Schließelement (22) in einen Ventilsitz (26) gestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (26) durch Formprägen mit einem Prägestempel (30) ausgebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prägestempel (30) in Form des Schließelementes (22) ausgebildet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prägestempel (30) in Form einer Kugel mit tangential daraus erwachsendem Kegelstumpf (31) ausgebildet ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kegelstumpf (31) einen Öffnungswinkel (α_1) aufweist, der größer oder gleich dem Öffnungswinkel (α_2) des kegelförmig ausgebildeten Ventilsitzes (26) ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Prägestempels (30) aus einem Hartmetall besteht.
6. Kraftstoffinjektor für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Steuerventil, das eine Ablaufdrossel (20) aus einem Steuerraum (18) freigibt oder verschließt, wobei zum Verschließen der Ablaufdrossel (20) ein Schließelement (22) in einen Ventilsitz (26) gestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (26) durch Formprägen ausgebildet ist.
7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (26) kegelförmig ausgebildet ist.
8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Schließelement (22) kugelförmig ausgebildet ist.
9. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (26) in einem Ventilstück (24) ausgebildet ist.



2 / 4

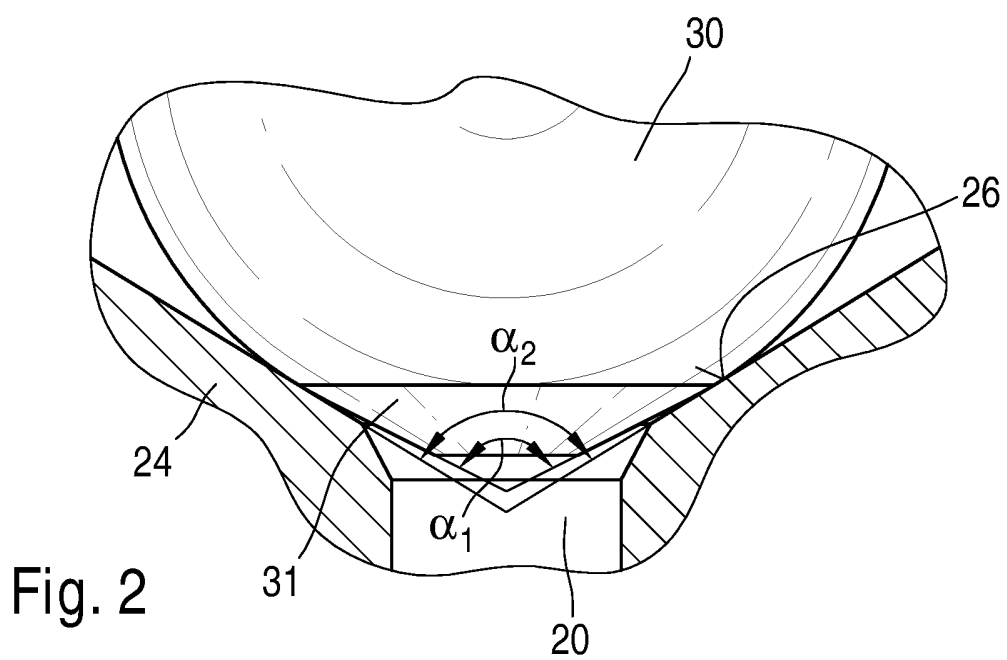
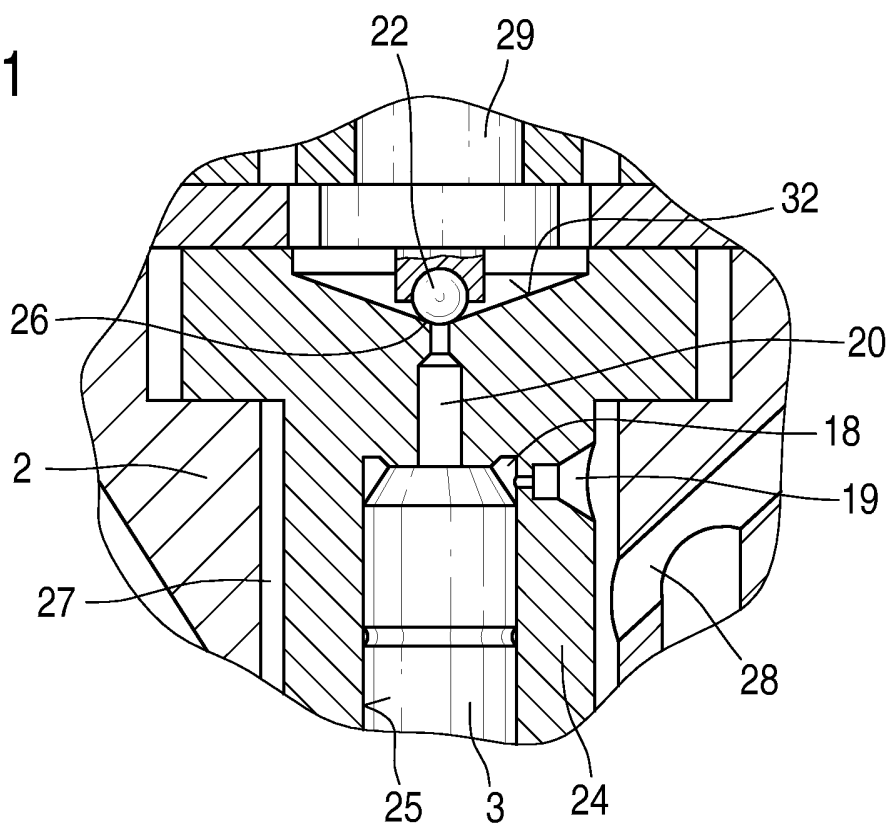
Fig. 1.1
("A")

Fig. 3

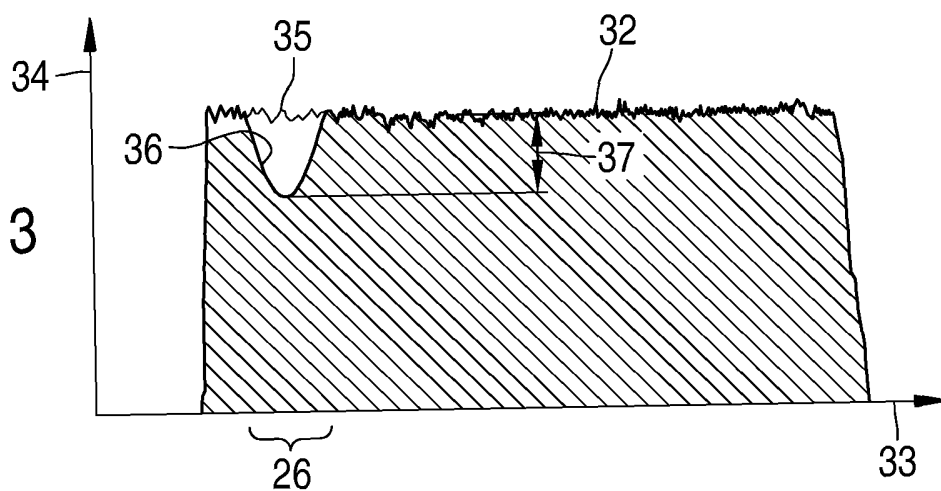
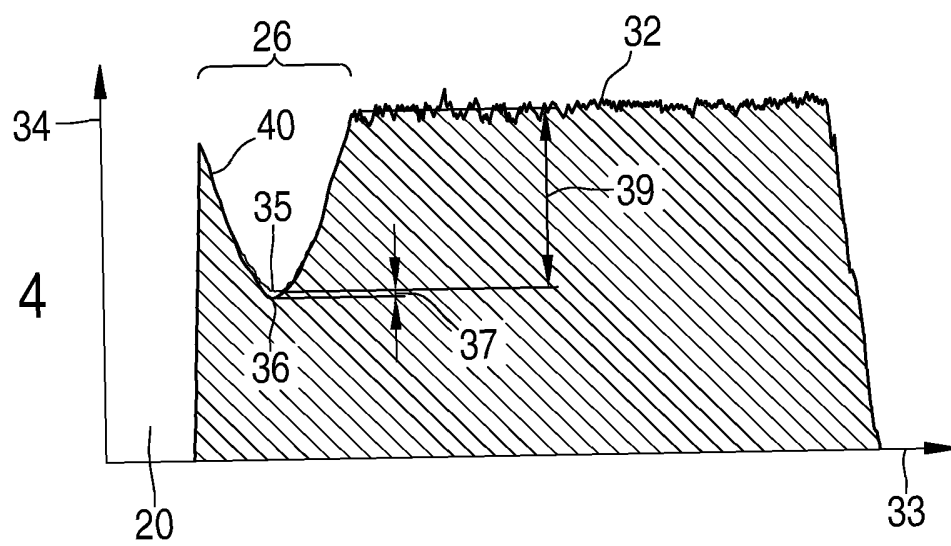
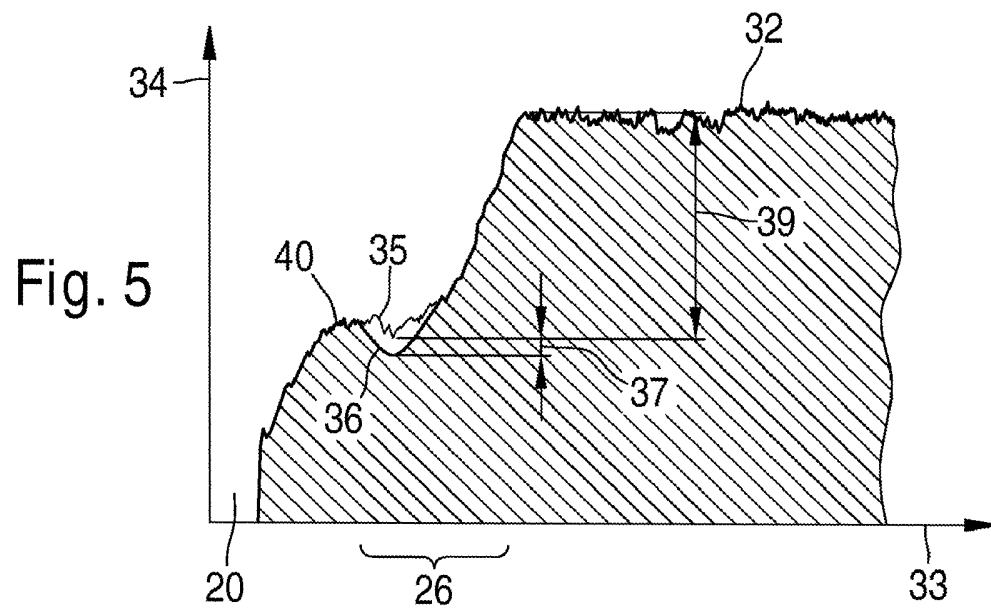


Fig. 4





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/055006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F02M59/46 F02M47/02 F02M61/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 103 01 698 A1 (SIEMENS AG) 5 August 2004 (2004-08-05) page 2, paragraphs 1,2,6; figure 1	1,2,5-9
Y	US 2003/020039 A1 (HAEBERER RAINER ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) page 1, paragraph 13; figure 1	1,2,5-9
Y	US 5 694 903 A (GANSER ET AL) 9 December 1997 (1997-12-09) column 8, line 34 - column 8, line 56; figure 9	1,6
A	US 4 427 156 A (BOUTHORS ET AL) 24 January 1984 (1984-01-24) column 3, line 25 - column 3, line 32; figure 2	1,6
----- -/--		
☒ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. * & * document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 November 2005		Date of mailing of the international search report 06/12/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Etschmann, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/055006

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 40 35 317 C1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 2 October 1991 (1991-10-02) column 2, line 6 - column 2, line 20; figure 1 -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/055006

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10301698	A1	05-08-2004	EP 1583901 A1 WO 2004065783 A1	12-10-2005 05-08-2004
US 2003020039	A1	30-01-2003	DE 10131201 A1 EP 1270930 A1 JP 2003049747 A	16-01-2003 02-01-2003 21-02-2003
US 5694903	A	09-12-1997	AT 199966 T DE 59606610 D1 EP 0745764 A2 JP 8326619 A	15-04-2001 26-04-2001 04-12-1996 10-12-1996
US 4427156	A	24-01-1984	DE 3168069 D1 EP 0051009 A1 FR 2492894 A1 JP 57102555 A	14-02-1985 05-05-1982 30-04-1982 25-06-1982
DE 4035317	C1	02-10-1991	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/055006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES F02M59/46 F02M47/02 F02M61/16		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 103 01 698 A1 (SIEMENS AG) 5. August 2004 (2004-08-05) Seite 2, Absätze 1,2,6; Abbildung 1	1,2,5-9
Y	US 2003/020039 A1 (HAEBERER RAINER ET AL) 30. Januar 2003 (2003-01-30) Seite 1, Absatz 13; Abbildung 1	1,2,5-9
Y	US 5 694 903 A (GANSER ET AL) 9. Dezember 1997 (1997-12-09) Spalte 8, Zeile 34 - Spalte 8; Zeile 56; Abbildung 9	1,6
A	US 4 427 156 A (BOUTHORS ET AL) 24. Januar 1984 (1984-01-24) Spalte 3, Zeile 25 - Spalte 3, Zeile 32; Abbildung 2	1,6
----- -/--		
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 28. November 2005		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06/12/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Etschmann, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/055006

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 40 35 317 C1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 7000 STUTTGART, DE) 2. Oktober 1991 (1991-10-02) Spalte 2, Zeile 6 - Spalte 2, Zeile 20; Abbildung 1 -----	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/055006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10301698	A1	05-08-2004	EP	1583901 A1	12-10-2005
			WO	2004065783 A1	05-08-2004
US 2003020039	A1	30-01-2003	DE	10131201 A1	16-01-2003
			EP	1270930 A1	02-01-2003
			JP	2003049747 A	21-02-2003
US 5694903	A	09-12-1997	AT	199966 T	15-04-2001
			DE	59606610 D1	26-04-2001
			EP	0745764 A2	04-12-1996
			JP	8326619 A	10-12-1996
US 4427156	A	24-01-1984	DE	3168069 D1	14-02-1985
			EP	0051009 A1	05-05-1982
			FR	2492894 A1	30-04-1982
			JP	57102555 A	25-06-1982
DE 4035317	C1	02-10-1991	KEINE		