



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 955 128 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.11.1999 Patentblatt 1999/45

(51) Int. Cl.⁶: **B24B 15/02**, B24B 11/00

(21) Anmeldenummer: **98109828.8**

(22) Anmeldetag: **29.05.1998**

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

(72) Erfinder: **Becker, Manfred G.**
Novi, Michigan 48375 (US)

(30) Priorität: **06.05.1998 US 73550**

(74) Vertreter:
Albrecht, Rainer Harald, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte
Andrejewski, Honke & Sozien,
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)

(71) Anmelder:
Ernst Thielenhaus GmbH & Co. KG
42285 Wuppertal (DE)

(54) **Dichtungsanordnung, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen und Verfahren zur Herstellung eines Dichtsitzes**

(57) Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen. Die Dichtungsanordnung besteht aus einer Ventilkugel und einem Ventilkörper, der einen konischen Ventilsitz für die Ventilkugel aufweist. Der konische Ventilsitz besitzt eine durch Schleifen bearbeitete Oberfläche. Erfindungsgemäß weist der Ventilsitz eine durch Feinschleifen (Finishbearbeitung) in die konische Fläche eingearbeitete, ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche für den Dichtsitz der Ventilkugel auf. Der Radius des die Sitzfläche bildenden Kreisbogens ist größer als der Radius der Ventilkugel. Die im Längsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche ist so bemessen, daß im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes von der Kreisform zumindest im Scheitelbereich der kreisbogenförmigen Sitzfläche eliminiert sind.

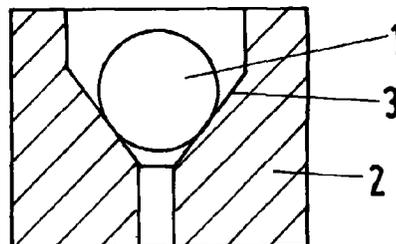


Fig.1

EP 0 955 128 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen, bestehend aus einer Ventilkugel und einem Ventilkörper, der einen konischen Ventilsitz für die Ventilkugel aufweist, wobei der konische Ventilsitz eine durch Schleifen bearbeitete Oberfläche aufweist.

[0002] Der konische Ventilsitz eines Kugelventils, welches in kleinen Abmessungen als Brennstoffeinspritzventil eingesetzt wird, wird durch Schleifen mit einem kegelförmigen Schleifwerkzeug bearbeitet, wobei zwischen dem Schleifwerkzeug und der zu bearbeiteten konischen Oberfläche ein Linienkontakt besteht. Bei dem bekannten Schleifverfahren sind, in einer Querschnittsebene betrachtet, Formabweichungen von der Kreisform unvermeidlich. Bei einem Brennstoffeinspritzventil, welches einen mittleren Durchmesser des konischen Ventilsitzes von einigen Millimetern aufweist, beträgt die Formabweichung von der Kreisform mehr als 1 μm , bezogen auf den Durchmesser. Formabweichungen von mehr als 1 μm führen zu störenden Leckraten bei geschlossenem Ventil.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine insbesondere für Brennstoffeinspritzventile einsetzbare Dichtungsanordnung bestehend aus Ventilkugel und konischem Ventilsitz anzugeben, die sich durch einen möglichst dichten Sitz der Ventilkugel auf dem Ventilsitz des Ventilkörpers auszeichnet und für metallische sowie keramische Werkstoffpaarungen der Ventilkugel und des Ventilkörpers geeignet ist.

[0004] Ausgehend von einer Dichtungsanordnung des eingangs beschriebenen Aufbaues wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Ventilsitz eine durch Feinschleifen (Finishbearbeitung) in die konische Fläche eingearbeitete ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche für den Dichtsitz der Ventilkugel aufweist, wobei der Radius des die Sitzfläche bildenden Kreisbogens größer ist als der Radius der Ventilkugel und die im Längsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche so bemessen ist, daß die im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes von der Kreisform zumindest im Scheitelbereich der kreisbogenförmigen Sitzfläche eliminiert sind. Durch die Einarbeitung einer im Ventilkörperlängsschnitt kreisbogenförmigen Sitzfläche, deren Breite in bezug auf die Breite des konischen Ventilsitzes sehr klein ist und auf den unmittelbaren Kontaktbereich zwischen Ventilkugel und Ventilsitz beschränkt ist, kann die Formabweichung von der Kreisform auf einen Wert von weniger als 0,1 μm (Mikrometer) reduziert werden. Im Ergebnis resultiert ein Dichtsitz zwischen metallischer/keramischer Metallkugel und metallischer/keramischer Sitzfläche, die sich durch eine sehr geringe Leckrate auszeichnet.

[0005] Bei einer Dichtungsanordnung für ein Brennstoffeinspritzventil, dessen mittlerer Durchmesser des

Ventilsitzes einige Millimeter beträgt, beträgt die Breite der Sitzfläche vorzugsweise 200 bis 500 μm . Die Sitzfläche sollte eine Oberflächenrauigkeit von weniger als 0,1 μm Ra aufweisen. Die im Scheitel der kreisbogenförmigen Sitzfläche gemessene muldenförmige Vertiefung zur Mantelebene des Ventilsitzes liegt im Bereich von 2 bis 10 μm .

[0006] Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Dichtsitzes zwischen einer Ventilkugel und einem Ventilkörper mit konischem Ventilsitz, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen, bei dem

ein Ventilkörper mit einem konisch geschliffenen Ventilsitz für die Ventilkugel in einen rotierend antreibbaren Werkstückhalter eingespannt wird,

ein zylindrischer Schleifstein für eine Feinschleifbearbeitung mit einem Einsatz, der radiale Bewegungen des Schleifsteins zuläßt, in einen Werkzeughalter eingesetzt wird, der unter einem Anstellwinkel von 1 bis 10° schräg zur Rotationsachse des Werkstückhalters ausgerichtet ist,

durch eine Vorschubbewegung des Werkzeughalters und/oder des Werkstückhalters der konische Ventilsitz und der Schleifstein in Kontakt gebracht werden, wobei der Schleifstein mit einer stirnseitigen Bearbeitungskante am gesamten Umfang des konischen Ventilsitzes anliegt,

wobei der Werkzeughalter und der Werkstückhalter gegensinnig rotierend angetrieben werden und mittels des Schleifsteins eine ringförmig umlaufende und im Ventilkörperlängsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche für die Ventilkugel in den konischen Ventilsitz eingearbeitet wird, wobei der Radius des die Sitzfläche bildenden Kreisbogens größer ist als der Radius der Ventilkugel und die im Ventilkörperlängsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche so bemessen ist, daß im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes von der Kreisform zumindest im Scheitelbereich der kreisbogenförmigen Sitzfläche eliminiert sind. Der Werkzeughalter ist unter einem vorgegebenen Einstellwinkel zur Rotationsachse des Werkstückhalters ausgerichtet und führt keine Schwenkbewegungen oder oszillierende Bewegungen aus. Die gegensinnigen Rotationsbewegungen des Schleifsteins und des Werkstückes in Kombination mit der gewählten Ausrichtung des Werkstückhalters zur Achse des Werkstückes generieren eine ringförmig umlaufende, muldenförmige und in der Ventilkörperlängsachse kreisbogenförmig ausgebildete Sitzfläche. Durch die Halterung des Schleifsteins in einem flexiblen Einsatz, der unter dem Anpreßdruck radiale Ausgleichsbewegungen des Schleifsteins zuläßt, kann der Schleifstein exzentrischen Bewegungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes folgen, wobei stets eine voll-

ständige Anlage des Schleifsteins am gesamten Umfang des Ventilsitzes gewährleistet ist. Dadurch wird erreicht, daß Formabweichungen von der Kreisform, die nach der Feinschleifbearbeitung der konischen Sitzfläche noch vorhanden sind, eliminiert werden.

[0007] Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird der Schleifstein in einen Kunststoffschalt eingesetzt, der als flexibler Einsatz mit einem Radialspiel von 100 bis 300 µm im Werkzeughalter geführt und mit einem rückwärtigen Anschlußzapfen mit einem Preßsitz im Werkzeughalter fest eingespannt ist.

[0008] In weiterer Ausgestaltung lehrt die Erfindung, daß der Einsatz in einem im Werkzeughalter beweglichen Stellkolben gehalten ist, der durch Druckbeaufschlagung mit einem Hydraulikfluid Zustell- und Rückstellbewegungen relativ zum Werkstückhalter ausführt. Ferner kann durch eine Zentralbohrung des Werkzeughalters, des Einsatzes und des Schleifsteins Kühlflüssigkeit der Kontaktfläche zwischen dem Schleifstein und dem Werkstück zugeführt werden.

[0009] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlich erläutert. Es zeigen schematisch

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Dichtungsanordnung für ein Brennstoffeinspritzventil mit einer metallischen Ventilkugel und einem metallischen Ventilkörper, der einen konischen Ventilsitz für die Ventilkugel aufweist,

Fig. 2 die Oberflächenstruktur des Ventilsitzes im Bereich der Kontaktfläche der Ventilkugel,

Fig. 3 das Verfahren zur Herstellung der Sitzfläche des Ventilsitzes,

Fig. 4 den Längsschnitt durch eine Vorrichtung zur Durchführung des in Fig. 3 dargestellten Verfahrens.

[0010] Die in Fig. 1 dargestellte Dichtungsanordnung, die für ein Brennstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen bestimmt ist, besteht aus einer Ventilkugel 1 und einem Ventilkörper 2, der einen konischen Ventilsitz 3 für die Ventilkugel 1 aufweist. Der konische Ventilsitz 3 weist eine durch Schleifen bearbeitete Oberfläche mit einer Oberflächenrauigkeit von 0,3 bis 0,5 µm Ra auf. Bei der Schleifbearbeitung, die mit einer kegelförmigen Schleifscheibe durchgeführt wird, sind, bezogen auf die Querschnittsebene, Formabweichungen von der Kreisform unvermeidlich. Sie beruhen darauf, daß bei der Schleifbearbeitung stets nur eine Linienberührung zwischen dem Schleifwerkzeug und der zu bearbeiteten Oberfläche des Werkstückes auftritt. Die Formabweichungen von der Kreisform betragen bei einer Dichtungsanordnung mit einem Ventilkörper, dessen Ventilsitz 2 bis 3 mm im Durchmesser aufweist, Formabweichungen von bis zu 5 µm.

[0011] Insbesondere aus der Fig. 2 geht hervor, daß der Ventilsitz eine durch Feinschleifen (Finishbearbeitung) in die konische Fläche eingearbeitete, ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche 4 für den Dichtsitz der Ventilkugel 1 aufweist. Der Radius des die Sitzfläche 4 bildenden Kreisbogens ist größer als der Radius der Ventilkugel 1. Die im Ventilkörperlängsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche ist ferner so bemessen, daß im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes von der Kreisform zumindest im Scheitelpunkt der kreisbogenförmigen Sitzfläche eliminiert sind.

[0012] Bei einer Dichtungsanordnung für Brennstoffeinspritzventile weist der konische Ventilsitz 3 im Mittel einen Durchmesser von einigen Millimetern auf. Die in der Mantelebene des konischen Ventilsitzes 3 gemessene Breite der Sitzfläche 4 ist wesentlich kleiner als die Breite des konischen Ventilsitzes und beträgt 200 bis 500 µm. Die Oberflächenrauigkeit der Sitzfläche ist gering, wobei durch die Finishbearbeitung ohne weiteres eine Mittelrauigkeit von 0,1 µm Ra erreichbar ist. Die im Scheitel der kreisbogenförmigen Sitzfläche 4 gemessene muldenförmige Vertiefung zur Mantelebene des Ventilsitzes liegt im Bereich von 2 bis 10 µm.

[0013] Im Ausführungsbeispiel beträgt der mittlere Durchmesser des Ventilsitzes, gemessen an der Kontaktfläche zur Ventilkugel 2,7 mm. Die Ventilkugel weist einen Durchmesser von 3,9 mm auf. In den konischen Ventilsitz ist eine im Ventilkörperlängsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche eingearbeitet, wobei der Radius des Kreisbogens 2,9 mm beträgt und größer ist als der Radius der Ventilkugel. Die Breite der Sitzfläche beträgt 300 µm. Die muldenförmige Vertiefung beträgt 5 µm (Fig. 2). Der Dichtsitz der erfindungsgemäßen Anordnung weist eine Leckrate von 0,03 cm³ bei einer Druckdifferenz von 2,5 bar auf.

[0014] Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung ist schematisch in Fig. 3 dargestellt.

[0015] Ein Ventilkörper 2 wird mit einem konisch geschliffenen Ventilsitz 3 für die Ventilkugel in einen rotierend antreibbaren Werkstückhalter 5 eingespannt. Ein zylindrischer Schleifstein 6 für eine Feinschleifbearbeitung (Finishbearbeitung), wird mit einem Einsatz 7, der radiale Ausgleichsbewegungen des Schleifsteins 6 zuläßt, in einen Werkzeughalter 8 eingesetzt, der unter einem Anstellwinkel α von 1 bis 10° schräg zur Rotationsachse 9 des Werkstückhalters 5 ausgerichtet ist. Durch eine Vorschubbewegung des Werkzeughalters 8 und/oder Werkstückhalters 5 werden der konische Ventilsitz 3 und der Schleifstein 6 in Kontakt gebracht, wobei der Schleifstein 6 mit einer stirnseitigen Bearbeitungskante am gesamten Umfang des konischen Ventilsitzes 3 anliegt. Der Werkzeughalter 8 und der Werkstückhalter 5 werden dann gegensinnig rotierend angetrieben, wobei mittels des Schleifsteins 6 eine ringförmig umlaufende und im Ventilkörperlängsschnitt

kreisbogenförmige Sitzfläche 4, wie in Fig. 2 dargestellt, in den konischen Ventilsitz 3 eingearbeitet wird.

[0016] Die konstruktive Ausführung der Vorrichtung ergibt sich insbesondere aus der Fig. 4. Der Schleifstein 6 ist in einem Kunststoffschaff eingesetzt, der als flexibler Einsatz 7 mit einem Radialspiel von 100 bis 300 μm im Werkzeughalter 8 geführt und mit einem rückwärtigen Anschlußzapfen 10 mit einem Preßsitz im Werkzeughalter 8 fest eingespannt ist. Der Kunststoffschaff 7 ist in einem im Werkzeughalter 8 beweglichen Stellkolben 11 gehalten, der durch Druckbeaufschlagung mit einer Hydraulikflüssigkeit Zustell- und Rückstellbewegungen relativ zum Werkstückhalter 5 ausführt. Ferner erkennt man zentrale Bohrungen 12 des Werkzeughalters, des Einsatzes und des Schleifsteins für die Zuführung von Kühlflüssigkeit zur Kontaktfläche zwischen dem Schleifstein und dem Werkstück

Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen, bestehend aus einer Ventilkugel (1) und einem Ventilkörper (2), der einen konischen Ventilsitz (3) für die Ventilkugel (1) aufweist, wobei der konische Ventilsitz (3) eine durch Schleifen bearbeitete Oberfläche aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ventilsitz (3) eine durch Feinschleifen (Finishbearbeitung) in die konische Fläche eingearbeitete, ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche (4) für den Dichtsitz der Ventilkugel (1) aufweist, wobei der Radius der Sitzfläche (4) bildenden Kreisbogens größer ist als der Radius der Ventilkugel (1) und die im Längsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche (4) so bemessen ist, daß im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes (3) von der Kreisform zumindest im Scheitelpunktbereich der kreisbogenförmigen Sitzfläche (4) eliminiert sind.
2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Mantelebene des konischen Ventilsitzes (3) gemessene Breite der Sitzfläche 200 bis 500 μm (Mikrometer) beträgt und die Sitzfläche (4) eine Oberflächenrauigkeit von weniger als 0,1 μm Ra aufweist.
3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die im Scheitel der kreisbogenförmigen Sitzfläche (4) gemessene muldenförmige Vertiefung zur Mantelebene des Ventilsitzes (3) im Bereich von 2 bis 10 μm (Mikrometer) liegt.
4. Verfahren zur Herstellung eines Dichtsitzes zwischen einer Ventilkugel und einem Ventilkörper mit konischem Ventilsitz, insbesondere für Brennstoff-

einspritzventile in Brennkraftmaschinen, bei dem

ein Ventilkörper (2) mit einem konisch geschliffenen Ventilsitz (3) für die Ventilkugel (1) in einen rotierend antreibbaren Werkstückhalter (5) eingespannt wird,

ein zylindrischer Schleifstein (6) für eine Feinschleifbearbeitung mit einem Einsatz (7), der radiale Bewegungen des Schleifsteins (6) zuläßt, in einen Werkzeughalter (8) eingesetzt wird, der unter einem Anstellwinkel (α) von 1 bis 10° schräg zur Rotationsachse (9) des Werkstückhalters (5) ausgerichtet ist,

durch eine Vorschubbewegung des Werkzeughalters (8) und/oder des Werkstückhalters (5) der konische Ventilsitz (3) und der Schleifstein (6) in Kontakt gebracht werden, wobei der Schleifstein (6) mit einer stirnseitigen Bearbeitungskante am gesamten Umfang des konischen Ventilsitzes (3) anliegt,

wobei der Werkzeughalter (8) und der Werkstückhalter (5) gegensinnig rotierend angetrieben werden und mittels des Schleifsteins (6) eine ringförmig umlaufende und im Ventilkörperlängsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche (4) für die Ventilkugel (1) in den konischen Ventilsitz (3) eingearbeitet wird, wobei der Radius der Sitzfläche (4) bildenden Kreisbogens größer ist als der Radius der Ventilkugel (1) und die im Ventilkörperlängsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche (4) so bemessen ist, daß im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes (3) von der Kreisform zumindest im Scheitelpunktbereich der kreisbogenförmigen Sitzfläche (4) eliminiert sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schleifstein (6) in einen Kunststoffschaff eingesetzt wird, der als flexibler Einsatz (7) mit einem Radialspiel von 100 bis 300 μm im Werkzeughalter (8) geführt und mit einem rückwärtigen Anschlußzapfen (10) mit einem Preßsitz im Werkzeughalter (5) fest eingespannt ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (7) in einem im Werkzeughalter (8) beweglichen Stellkolben (11) gehalten ist, der durch Druckbeaufschlagung mit einer Hydraulikflüssigkeit Zustell- und Rückstellbewegungen relativ zum Werkstückhalter (5) ausführt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Zentralbohrung (12) des Werkzeughalters (8), des Einsatz-

zes (7) und des Schleifsteins (6) Kühlflüssigkeit der Kontaktfläche zwischen dem Schleifstein und dem Werkstück zugeführt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

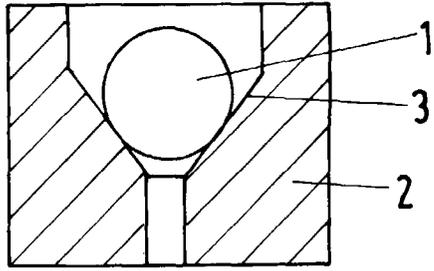


Fig.1

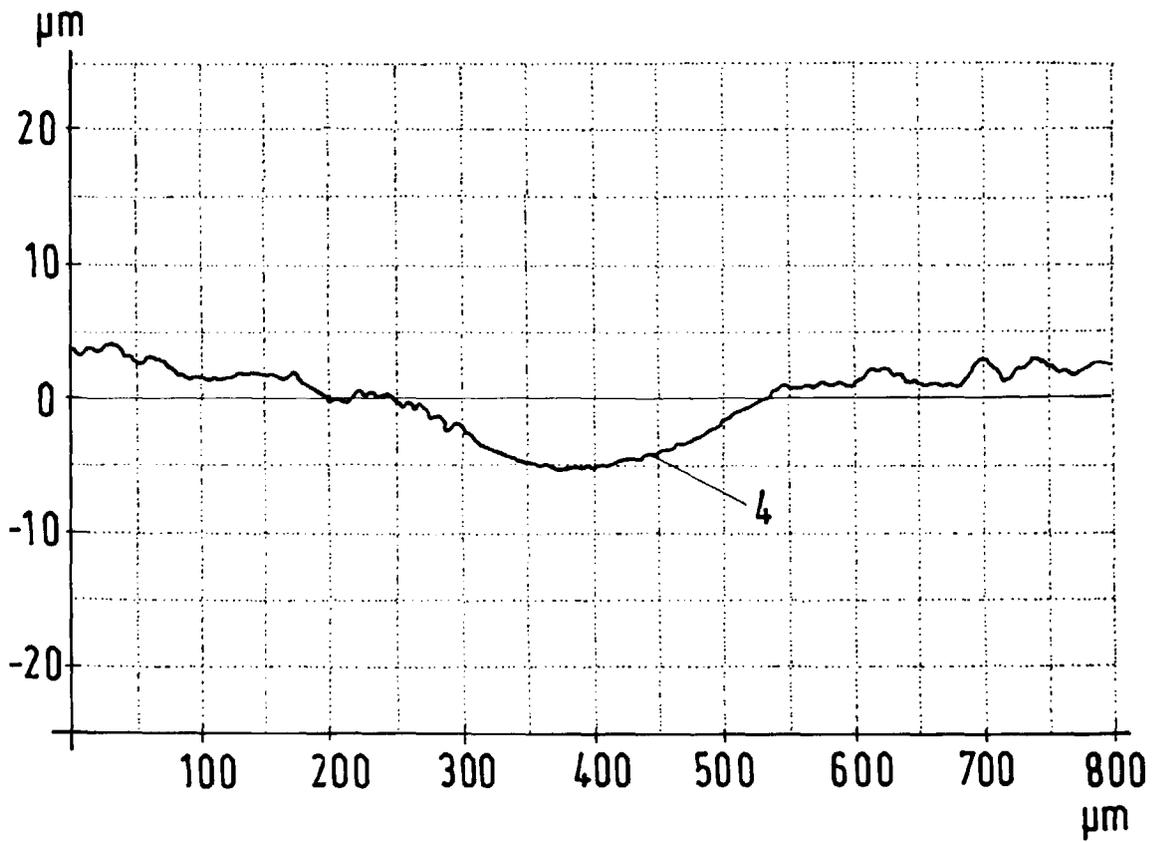


Fig.2

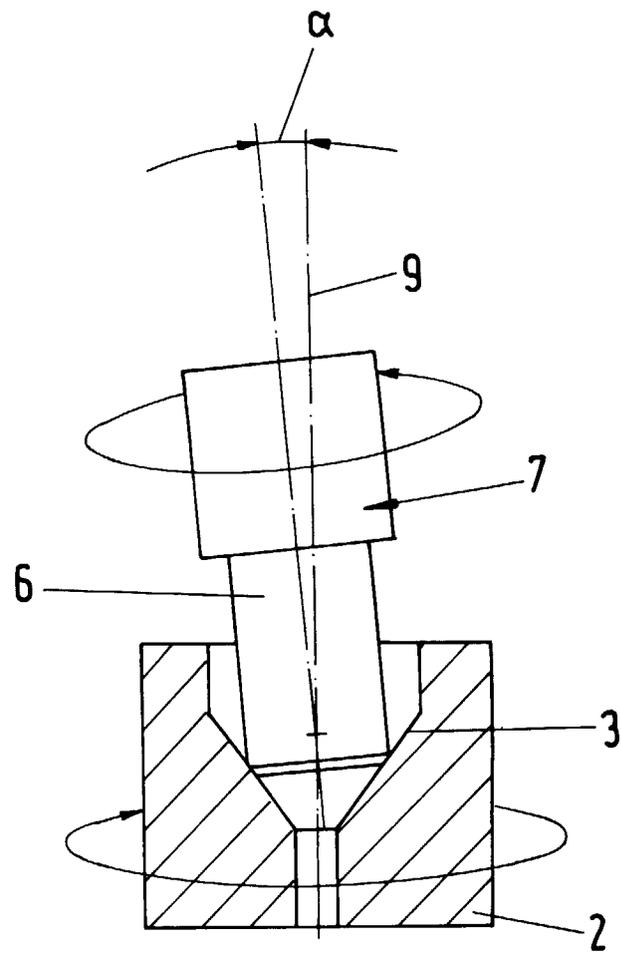


Fig.3

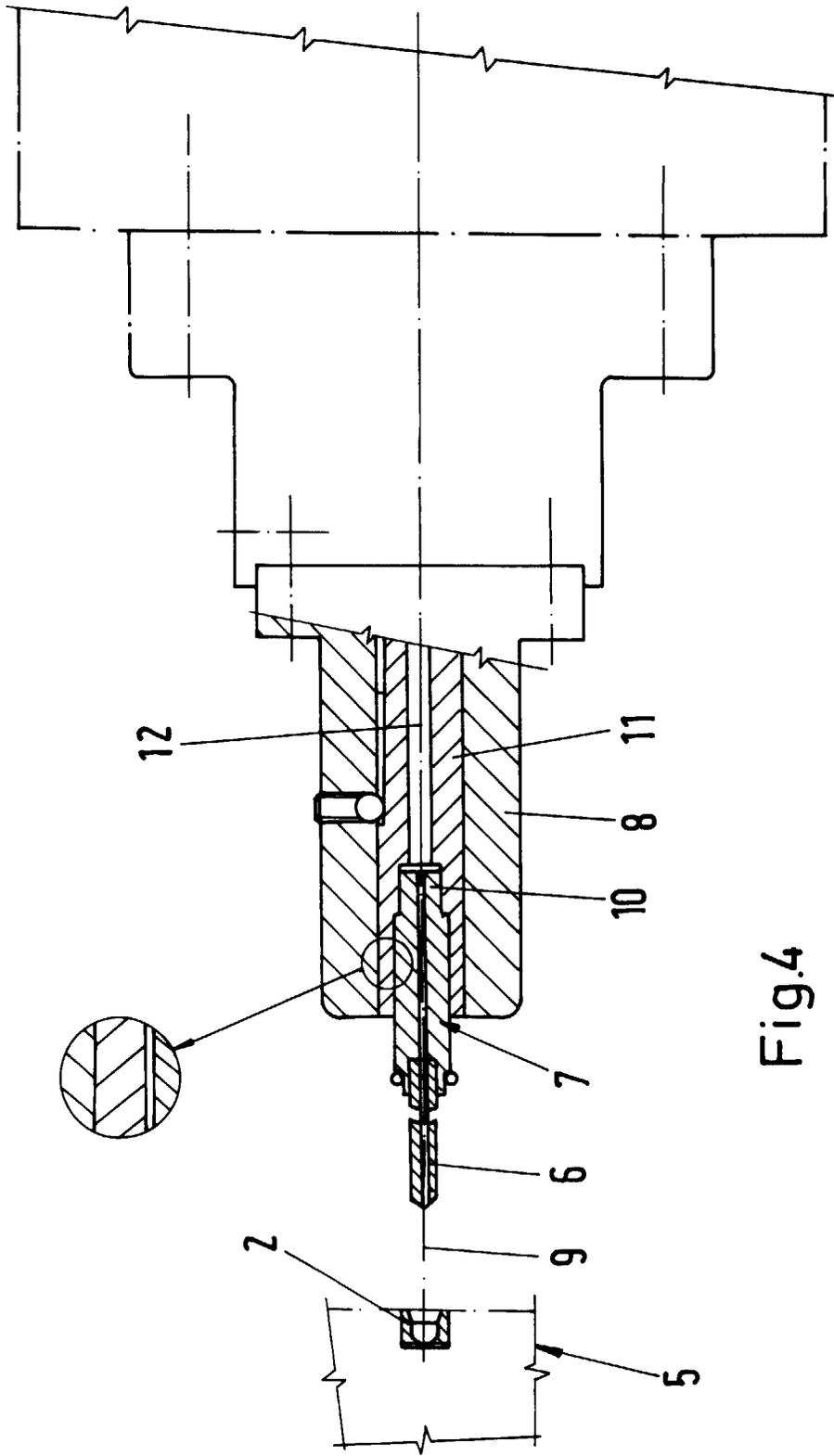


Fig.4