



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 493 534 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.01.2005 Patentblatt 2005/01

(51) Int Cl.7: **B24B 15/00**

(21) Anmeldenummer: **03014909.0**

(22) Anmeldetag: **01.07.2003**

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

- **Weber, Alexander**
73760 Ostfildern (DE)
- **Zang, Harald**
70329 Stuttgart (DE)
- **Zoudlik, Carsten**
72636 Frickenhausen (DE)

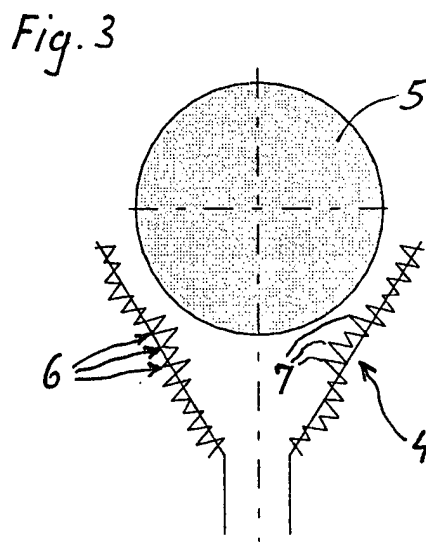
(71) Anmelder: **Maschinenfabrik Gehring GmbH & Co.
KG**
73760 Ostfildern (DE)

(74) Vertreter: **Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker**
Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Flores, Gerhard**
73760 Ostfildern (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen und Ventil mit einem im wesentlichen kegelförmigen Ventilsitz**

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen (4), die eine kegelige Form aufweisen, wird zunächst die kegelige Grundform in einem Bearbeitungsschritt erzeugt. Später erfolgt in einem weiteren Bearbeitungsschritt die Feinbearbeitung des Ventilsitzes (4) an der Kegelform. Dieser Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung ist ein Honschleifen, das mittels eines Werkzeugs (8) durchgeführt wird, das an seinem Werkzeugkopf (9) kegelformfüllend gestaltet und mit Mitteln zur Kühlschmierstoffzufuhr (13, 14) versehen ist. Dabei wird das Werkzeug (8) rotierend angetrieben und mittels am Werkzeugkopf (9) befindlichem Schneidkorn (12) werden mehrere konzentrisch zur Kegelform verlaufende Bearbeitungsriefen (6) erzeugt.



EP 1 493 534 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung sowie ein Ventil mit im wesentlichen kugelförmigen Ventilsitz gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

[0002] Ventilsitze werden in der Praxis oft mit kegeli-ger Dichtfläche hergestellt, an welcher an die ebenfalls kegelig ausgebildete Ventilnadel vollflächig anliegt. Selbst bei hoher Bearbeitungsgenauigkeit ist eine hohe Dichtigkeit bei Drücken über einigen 100 bar nicht gegeben. Der Prozeß ist als Schleifverfahren ausgelegt, welche eine Rotations- und Translationsbewegung aufweist. Dadurch entstehen Riefen mit einer Steigung und somit ein Labyrinth kommunizierender Riefen, durch welche sich die Leckage erhöht.

[0003] In der EP 0 955 128 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Dichtsitzes zwischen einer Ventilkugel und einem Ventilkörper mit konischem Ventilsitz beschrieben. Dabei wird ein Ventilkörper mit einem konisch geschliffenen Ventilsitz für die Ventilkugel in einem rotierend antreibbaren Werkstückhalter eingespannt. Ein zylindrischer Schleifstein wird für eine Feinschleifbearbeitung mit einem Einsatz, der radiale Bewegungen des Schleifsteins zuläßt, in einen Werkzeughalter eingesetzt, der unter einem Anstellwinkel von 1° bis 10° schräg zur Rotationsachse des Werkstückhalters ausgerichtet ist. Durch eine Vorschubbewegung des Werkzeughalters oder des Werkstückhalters werden der konische Ventilsitz und der Schleifstein in Kontakt gebracht, wobei der Schleifstein mit einer stirnseitigen Bearbeitungskante am gesamten Umfang des konischen Ventilsitzes anliegt. Der Werkzeughalter und der Werkstückhalter werden gegensinnig rotierend angetrieben und mittels des Schleifsteins wird eine ringförmig umlaufende und im Ventilkörperlängsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche für die Ventilkugel in den konischen Ventilsitz eingearbeitet. Dabei ist der Radius des die Sitzfläche bildenden Kreisbogens größer als der Radius der Ventilkugel und die im Ventilkörperlängsschnitt muldenförmige Vertiefung der Sitzfläche so bemessen, daß im Querschnitt gemessene Formabweichungen des konisch geschliffenen Ventilsitzes von der Kreisform zumindest im Scheitelpunktbereich der kreisbogenförmigen Sitzfläche eliminiert sind. Dieses Verfahren schafft daher Topographien, in die sich die Dichtkugel muldenartig eingräbt. Ein Linienkontakt soll vermieden werden. Somit ist die Kontaktfläche relativ groß, der anliegende Druck an der kontaktierten Teilfläche der Kugel gering.

[0004] Aus der DE 197 57 117 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Ventilsitzkörpers für ein Brennstoffeinspritzventil bekannt. Dabei wird in einem Ventilsitzkörper eine Durchgangsöffnung geschaffen mit einem als kegeltumpfförmigen Abschnitt gestalteten Ventilsitzbereich. In der Durchgangsöffnung wird außerdem ein Führungsbereich mit Führungsabschnitten für

einen als Kugel gestalteten Ventilschließkörper erzeugt. Die Führungsabschnitte und der Ventilsitzbereich werden gleichzeitig mittels eines Bearbeitungswerkzeugs in Form einer Masterkugel feinbearbeitet. Diese Werkzeug-Masterkugel kann als Hon-, Schleif- oder Läppwerkzeug ausgebildet sein. Dies bedeutet, daß sowohl mit gebundenem als auch mit losem Korn dieser Arbeitsschritt durchgeführt werden kann. Die linienförmige Abdichtungsfläche des Sitzes zur Kugel wird dadurch erreicht, daß ein schmaler Wulst im Ventilsitz vorgesehen ist, der ca. 0,1 mm gegenüber der Dichtfläche erhaben ist. Ebenso ist es möglich, aus strömungstechnischen Gründen kanalartige Strömungsdurchlässe im oberen Bereich des Kegelsitzes vorzusehen. Diese Maßnahmen erfordern jedoch teure Bearbeitungsschritte.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen der gattungsgemäßen Art zu schaffen, durch das die Ventilsitze eine Struktur erhalten, mit der ein Kriechen des abzudichtenden Mediums weitestgehend reduziert und somit die Dichtwirkung verbessert wird. Außerdem besteht die Aufgabe darin, ein Ventil mit einem solchen Ventilsitz anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Ventil mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

[0007] Das entwickelte Verfahren ermöglicht die Herstellung einer Topographie des Ventilsitzes zum Abdichten der Kugel und die Korrektur des Winkels des Ventilsitzes. Dabei sind die Topographien der anliegenden Dichtflächen so ausgebildet, daß eine ununterbrochene und ausschließliche Linienberührung eine toleranzgerechte Leckage ermöglicht. In einem Einspritzpumpengehäuse können mehrere Ventilsitze zur Bearbeitung anfallen. Die Dichtheit gegenüber einem Systemdruck von bis zu über 2000 bar ist der entscheidende Funktionsparameter. Sie ist definiert als Leckagemenge je Zeiteinheit unter bestimmten Betriebsbedingungen wie Druck, Temperatur und Dichte des Mediums.

[0008] Die Abdichtung wird durch eine Linienberührung einer Kugel als Dichtkörper gegenüber einer kegeli- gen Dichtfläche erreicht. Die Kugel ist mit geringerer Rauhtiefe als die Sitzfläche bearbeitet. Durch die Linienberührung entsteht eine hohe Flächenpressung. Es entsteht damit eine elastische Verformung der einzelnen Profilerhebung des Ventilsitzes, welche die Kugel berührt. Dies wiederum ermöglicht eine vollständige Linienanlage der Dichtfläche des Ventilsitzes an die Kugelform. Geometrisch ist dies möglich durch sehr hohe Rundheitsanforderungen von unter 1,0 µm. Innerhalb dieser Formtoleranz kann die Elastizität der Profilerhebung mögliche Makroformfehler ausgleichen.

[0009] Darüber hinaus kann das Prinzip der linienförmigen Anlage aufgrund konzentrischer Bearbeitungsriefen funktionieren. Diese haben die gleiche Verlaufsrichtung wie der Anlagekreis der Kugel. Dies bedeutet,

daß alle Bearbeitungsriefen keine Steigung aufweisen und konzentrisch zur Dichtlinie verlaufen. Für die Abdichtung ist entscheidend die Konzentrität der Profilerhebungen, eine hohe Rundheit und die elastische Verformung der Profilerhebung des Ventilsitzes.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird das Honschleifen in mehreren aufeinander folgenden Operationen durchgeführt, wobei vorzugsweise drei Operationen vorgesehen sind, je nach Vorbearbeitungsqualität. Dies hat den Vorteil, daß in jeder Operation angepaßte Bearbeitungsbedingungen wie beispielsweise unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz kommen können. Dabei ist es insbesondere zweckmäßig, daß in jeder Operation die Rauheitsprofile von der vorhergehenden Honschleif-Operation mit einem Werkzeug mit feinerem Schneidkorn abgetragen werden. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, daß das Werkzeug periodisch außer Arbeitseingriff gebracht und die Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff angeströmt wird. Dies hat den Vorteil, daß eine besonders wirksame Kühlung und Schmierung in dem zu bearbeitenden Bereich bewirkt wird.

[0011] Es hat sich gezeigt, daß in Anpassung an die jeweiligen Bearbeitungsbedingungen unterschiedliche Drehzahlen des Werkzeugs zweckmäßig sind, wobei das Werkzeug beim Honschleifen mit einer Drehzahl von 500 min^{-1} bis 6000 min^{-1} rotiert. Im Anschluß an die Honschleifbearbeitung kann eine Entgratbearbeitung erfolgen, insbesondere mit Diamantsplintwerkzeugen und/oder schleifkornhaltigen Bürsten. Um den zunächst in die kegelige Grundform gebrachten Ventilsitz in geeigneter Weise durch das Honschleifen bearbeiten zu können, ist es zweckmäßig, durch die Vorbearbeitung ein solches Maß vorzugeben, das im Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung eine axiale Zugabe des Materials am Ventilsitz von ca. $50 \mu\text{m}$ bis $90 \mu\text{m}$ abgetragen wird. Entscheidend ist die axiale Zugabe, die das Vorbearbeitungsprofil vollständig abträgt.

[0012] Bei der Feinbearbeitung kann es durchaus vorkommen, daß die Achse der rotierenden Spindel der Bearbeitungsmaschine nicht absolut identisch mit der Achse des Ventilsitzes ist. Es wird daher als vorteilhaft angesehen, daß während des Honschleifens der Kopf des Werkzeugs bezogen auf die Werkzeugaufnahme ausgelenkt wird. Die Auslenkung kann dabei durch Schwenken des Werkzeugs um einen Gelenkpunkt der Werkzeugaufnahme oder durch elastische Verformung eines Werkzeugschaftes erfolgen. Um die Bearbeitungsgeschwindigkeit zu erhöhen, kann es zweckmäßig sein, daß beim Honschleifen das Werkzeug und das Werkstück gegenläufig angetrieben und bewegt werden.

[0013] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines Ventils,

Fig. 2 eine bearbeitete Sitzfläche in vergrößerter Darstellung,

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Schnitts durch einen Ventilsitz und einer Kugel als Ventilschließglied in der geöffneten Stellung,

Fig. 4 eine Darstellung gemäß Fig. 3 in der geschlossenen Stellung,

Fig. 5 die Seitenansicht eines Werkzeugs mit kegeliger Arbeitsfläche,

Fig. 6 einen Schnitt durch das Werkzeug gemäß Fig. 5,

Fig. 7 eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts der Arbeitsfläche am Werkzeug gemäß Fig. 5.

[0014] In Fig. 1 ist eine Prinzipdarstellung eines Längsschnittes durch ein Ventil 1 gezeigt. Das Ventil 1 besteht aus einem Gehäuse 2, in dem eine Ventilkammer 3 gebildet ist. Die Ventilkammer 3 wird auf einer Seite von einem kegelig gestalteten Ventilsitz 4 begrenzt, wobei in der in Fig. 1 gezeigten Ausführung der Kegelwinkel 90° beträgt. Selbstverständlich kommen auch hiervon abweichende Kegelwinkel in Betracht. In der Ventilkammer 3 befindet sich ein Ventilschließglied 5, das im vorliegenden Fall als Kugel ausgeführt ist. Die Kugel ist in der Ventilkammer 3 beweglich gehalten und kann vom Ventilsitz 4 abgehoben werden, wodurch das Ventil geöffnet wird. Die in Fig. 1 gezeigte Darstellung betrifft den geschlossenen Zustand des Ventils. Mit dem Bezugszeichen LA ist die Längsachse durch das Ventil bezeichnet.

[0015] In Fig. 2 ist ein Ausschnitt einer bearbeiteten Fläche des Ventilsitzes 4 in vergrößerter Darstellung gezeigt, wobei eine Vielzahl von Riefen 6 und Profilerhebungen 7 bogenförmig verlaufen. Bezogen auf die Längsachse LA des Ventils 1 verlaufen die Riefen 6 und Profilerhebungen 7 konzentrisch, wobei eine Rundheit nach dem Honschleifen von $1,0 \mu\text{m}$ oder kleiner gegeben ist.

[0016] In Fig. 3 ist die prinzipielle Ausgestaltung des Ventilsitzes 4 mit Riefen 6 und Profilerhebungen 7 als Längsschnitt dargestellt. Die als Ventilschließglied 5 dienende Kugel befindet sich in einem Abstand zum Ventilsitz 4, so daß das Ventil geöffnet ist. Aus Fig. 3 wird deutlich, daß der Ventilsitz 4 eine Vielzahl von konzentrisch zur Längsachse LA verlaufende Riefen 6 und Profilerhebungen 7 besitzt, wobei aufgrund der Rauftiefe des bearbeiteten Ventilsitzes 4 die Profilerhebungen 7 unterschiedlich weit vorstehen. Die Rauheit P_t der bearbeiteten Fläche des Ventilsitzes 4 beträgt nach dem Honschleifen beispielsweise $12 \mu\text{m}$. Die Rauheit des Ventilsitzes muß so groß sein, daß eine elastische Verformung der Profilsitzen zum Ausgleich des Rundheitsfehlers führt. Je kleiner die Profilerhebungen, umso

geringer ist der mögliche Ausgleich des Rundheitsfehlers. Die Rauheit R_z der Kugel beträgt beispielsweise «1 µm.

[0017] Die Fig. 4 zeigt eine Anordnung gemäß Fig. 3, jedoch im geschlossenen Zustand des Ventils, das heißt, das Ventilschließglied 5 wird gegen den Ventilsitz 4 gedrückt. Dabei liegt die Kugel 5 mit ihrer Oberfläche, die eine geringere Rauhtiefe als die des Ventilsitzes 4 besitzt, an mehreren Profilerhebungen 7 an, wobei dies im gezeigten Ausführungsbeispiel fünf Profilerhebungen 7 sind. Diese Anlage an mehreren Profilerhebungen 7 ist dadurch möglich, daß aufgrund der Gestaltung der Profilerhebungen 7 diese eine gewisse Elastizität aufweisen und somit infolge der durch die Kugel 5 einwirkenden Kraft im Bereich ihrer Elastizität verformt werden. Dadurch werden mehrere konzentrische Abdichtungen erzeugt, wodurch eine äußerst große Dichtigkeit bzw. äußerst geringe Leckrate erreicht wird.

[0018] In Fig. 5 ist ein Werkzeug 8 zur Feinbearbeitung des Ventilsitzes gezeigt. Der Verfahrensschritt der Feinbearbeitung ist ein Honschleifen, das nachstehend noch näher erläutert ist. Das Werkzeug 8 umfaßt einen Werkzeugkopf 9 und eine Werkzeugaufnahme 10, wobei letztere an dem dem Werkzeugkopf 9 entgegengesetzten Ende eines Werkzeugschaftes 11 angeordnet ist. Der Werkzeugkopf 9 besitzt eine kegelige Mantelfläche 15, wobei die Form des Kegels derjenigen des Ventilsitzes 4 entspricht. Der Werkzeugkopf 9 ist mit Schneidkorn 12 versehen, wobei als Schneidkorn vorzugsweise Diamant, kubisches Bohrnitrit, Siliziumkarbid oder Aluminiumoxyd benutzt wird. Dabei bieten sich Bindungssysteme bekannter Bauarten an. Die Mantellinien der kegeligen Arbeitsflächen können gerade, konvex oder konkav gestaltet sein. Durch konvex gewölbte Konturen der Mantellinien läßt sich die Gratbildung an den Kanten der Sitzfläche reduzieren. Bei diesem Werkzeug ist der Kornüberstand so bemessen, daß die Profiltiefe am Ventilsitz in einer Größe erzeugt wird, daß eine elastische Verformung zum Ausgleich des Rundheitsfehlers führt.

[0019] Die Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch das Werkzeug 8, woraus ersichtlich ist, daß sich in dem Werkzeugkörper ein Kanal 13 für Kühl- und/oder Schmiermittel befindet, der mehrere Auslässe 14 im Bereich der kegeligen Fläche 15 besitzt.

[0020] Die Fig. 7 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Abschnitts der Arbeitsfläche, das heißt der kegeligen Fläche 15. Aus dieser Darstellung wird auch ersichtlich, daß an der Außenseite eine Vielzahl von Partikeln des Schneidkorns eingelagert sind. Ebenso sind Längsschlitz erkennbar, die die Versorgung der Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff sichern.

[0021] Der Ventilsitz 4 wird zunächst vorbearbeitet, z. B. gehärtet und spanend bearbeitet. Die spanende Bearbeitung nach dem Härten kann bei geringen Härteverzug auch entfallen. Danach erfolgt die Feinbearbeitung mit Hilfe des in Fig. 5 bis 7 gezeigten Werkzeugs 8. Die Kinematik des Verfahrens besteht in der Rotation

des Werkzeugs unter Anlage der Kegelfläche 15 des Werkzeugs an der kegeligen Fläche zur Erzeugung des Ventilsitzes 4. Das Werkzeug wird entsprechend dem fortschreitenden Abtrag axial nachgeführt. Dabei ist es vorteilhaft, das Werkzeug periodisch außer Arbeitseingriff zu bringen, um die Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff zur Kühlung und Schmierung anzuströmen. Dies ist mittels einer Stelleinrichtung des Werkzeugs sowohl kraft- als auch weggeführt möglich. Die axiale Zustellkraft des Werkzeugs wird prozeßgerecht gesteuert und die Zustellwege werden überwacht. Die Anlage des Werkzeugs durch Federkraft ist grundsätzlich auch möglich, allerdings schließt dies eine Überwachung des Zustellweges im Prozeß aus.

[0022] Die Feinbearbeitung wird in mehreren Operationen als Honschleifen der Kegelsitze durchgeführt. In jeder Operation werden die Form- und Rauheitsprofile von der vorhergehenden Honschleifoperation mit einem feineren Schneidkorn vollständig abgetragen. Die letzte Operation dient zur Schaffung eines funktionsgerechten Oberflächenprofils, die vorausgehenden Operationen dienen zum Abtragen des Formfehlers der Vorbearbeitung. Dies führt sukzessiv zu feineren Oberflächen. Aufgrund der Kinematik entstehen die in den Figuren 2 bis 4 dargestellten konzentrischen Riefen und die zwischen den Riefen befindlichen Profilerhebungen. Nach der Honschleifbearbeitung erfolgt noch eine Entgratbearbeitung, bei der z.B. mit Diamantsplintengratwerkzeugen und schleifkornhaltigen Bürsten gearbeitet wird.

[0023] Die Steuerung der Zustellung kann beispielsweise durch eine elektromechanische Stelleinrichtung erfolgen. Zunächst fährt die Spindeleinheit im Eilvorlauf in die axiale Nähe der künftigen Arbeitsposition. Damit befindet sich das Werkzeug kurz vor dem Werkstück, wobei dieser Sicherheitsabstand von der Spindel mit geringer Geschwindigkeit durchfahren wird. Sobald das Werkzeug an die Bearbeitungsfläche des Werkstücks stößt, steigt die axiale Anlagekraft auf den gewünschten Arbeitswert an. Diese Position wird auf "0" gesetzt und das Werkzeug in Rotation versetzt, so daß der Bearbeitungsmodus gestartet wird. Der Abtrag in axialer Richtung während einer Bearbeitungsoperation soll sich in der vorgegebenen Taktzeit vollziehen. Die Steuerung der Stelleinrichtung ermittelt den Abtrag sowie die dazu benötigte Zeit bzw. die Bearbeitungsgeschwindigkeit. Wird der Sollabtrag in der gewünschten Zeit nicht erreicht, dann erhöht sich automatisch die Kraft bei der Bearbeitung des nächsten Werkstücks.

[0024] Das vorstehend beschriebene Verfahren ermöglicht hohe Dichtheiten durch die Topographie des Rauheitsprofils und durch die äußerst geringen Rundheitsabweichungen.

55 Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Ventilsitzen (4), die eine kegelige Form aufweisen, wobei zunächst die

- kegelige Grundform in einem Bearbeitungsschritt erzeugt wird und später in einem weiteren Bearbeitungsschritt die Feinbearbeitung des Ventilsitzes (4) an der Kegelform erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung ein Honschleifen ist und mittels eines Werkzeugs (8) durchgeführt wird, das an seinem Werkzeugkopf (9) kegelformfüllend gestaltet und mit Mitteln zur Kühlschmierstoffzufuhr (13, 14) versehen ist, wobei das Werkzeug (8) rotierend angetrieben wird und mittels am Werkzeugkopf (9) befindlichem Schneidkorn (12) mehrere konzentrisch zur Kegelform verlaufende Bearbeitungsriefen (6) erzeugt werden, wobei der Kornüberstand am Werkzeugkopf (9) so bemessen ist, daß die Profiltiefe so groß ist, daß eine elastische Verformung zum Ausgleich des Rundheitsfehlers führt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Honschleifen in mehreren aufeinanderfolgenden Operationen durchgeführt wird, wobei mindestens zwei Operationen vorgesehen sind.
 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Honschleifen drei Operationen umfaßt.
 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** in jeder Operation die Rauheitsprofile von der vorhergehenden Honschleifoperation mit einem Werkzeug (8) mit feinerem Schneidkorn abgetragen werden.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Werkzeug (8) periodisch außer Arbeitseingriff gebracht und die Bearbeitungsstelle mit Kühlschmierstoff angeströmt wird.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Honschleifen das Werkzeug (8) mit einer Drehzahl von 500 min^{-1} bis 6000 min^{-1} rotiert.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Anschluß an die Honschleifbearbeitung eine Entgratbearbeitung erfolgt, insbesondere mit Diamantsplintwerkzeugen und/oder schleifkornhaltigen Bürsten.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Bearbeitungsschritt der Feinbearbeitung eine axiale Zugabe des Materials am Ventilsitz (4) von ca. $50 \mu\text{m}$ bis $90 \mu\text{m}$ abgetragen wird.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** während des Honschleifens der Werkzeugkopf (9) bezogen auf die Werkzeugaufnahme (10) zur Zentrierung von Werkzeugachse zur Sitzachse ausgelenkt wird.
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auslenkung durch Schwenken des Werkzeugs (8) um einen Gelenkpunkt der Werkzeugaufnahme oder durch elastische Verformung eines Werkzeugschaftes (11) erfolgt.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Honschleifen das Werkzeug (8) und das Werkstück gegenläufig angetrieben und bewegt werden.
 12. Ventil mit einem im wesentlichen eine kegelige Form aufweisenden Ventilsitz und einer als Ventilschließglied dienenden Kugel, **dadurch gekennzeichnet, daß** am Ventilsitz (4) mehrere konzentrisch zur Achse (LA) der Kegelform verlaufende Riefen (6) vorgesehen sind und zwischen diesen den Ventilsitz (4) ringförmig umgebende Profilerhebungen (7) vorhanden sind, an denen die Kugel (5) anlegbar ist.
 13. Ventil nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rauhtiefe der Kugel geringer ist als die Rauhtiefe des Ventilsitzes.
 14. Ventil nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rundheitsgenauigkeit der Profilerhebungen (7) bzw. der Riefen (6) $\leq 1,0 \mu\text{m}$ beträgt.
 15. Ventil nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rauheit (P_t) des Ventilsitzes $< 12 \mu\text{m}$ beträgt.
 16. Ventil nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Rauheit (R_z) der Kugel (5) $\ll 1 \mu\text{m}$ beträgt.

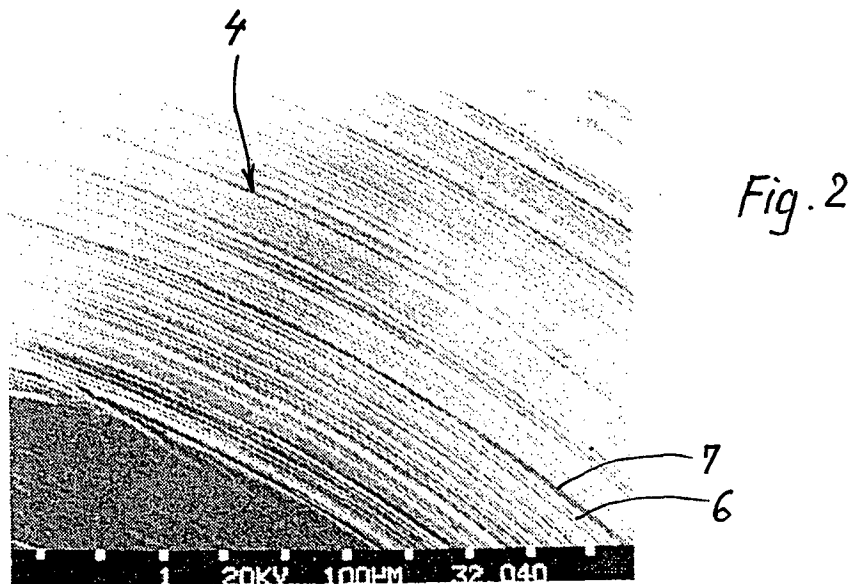
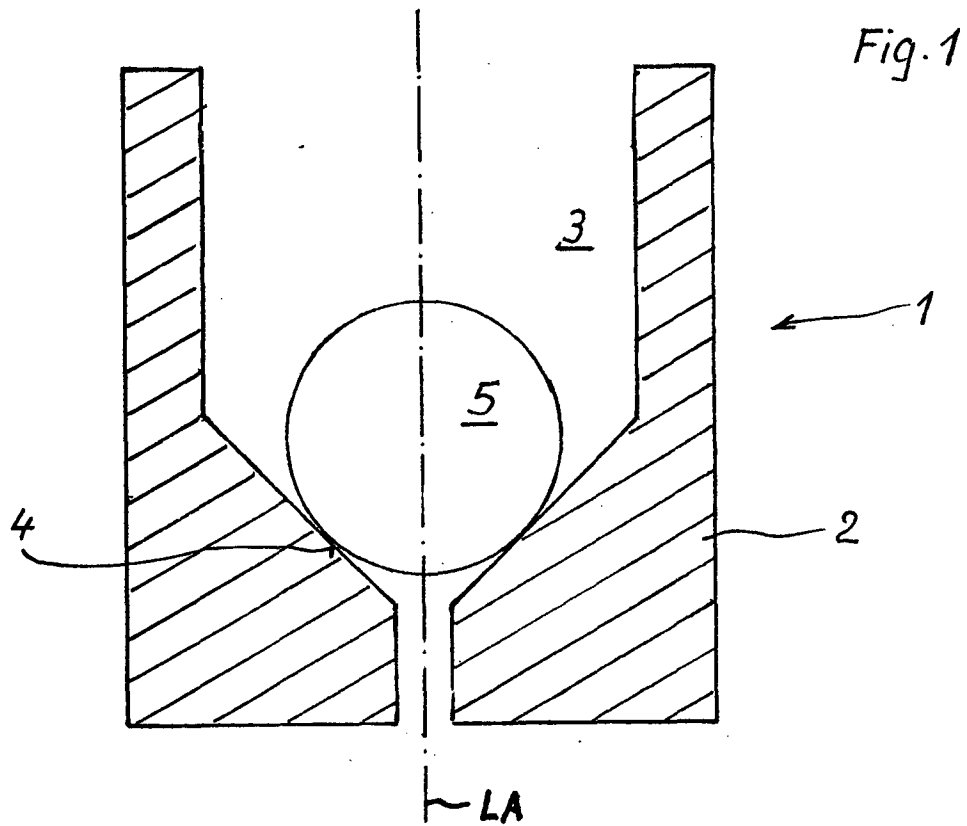


Fig. 3

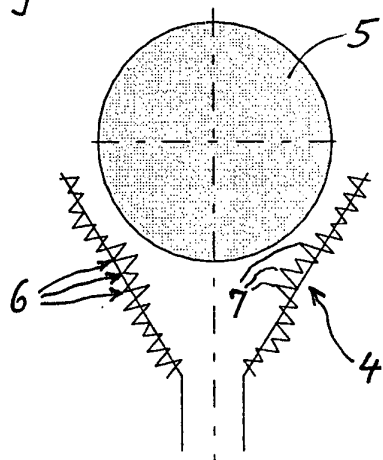


Fig. 4

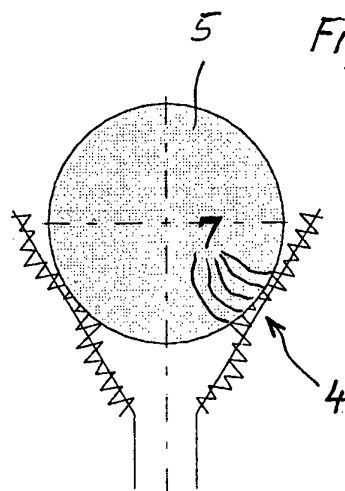


Fig. 5

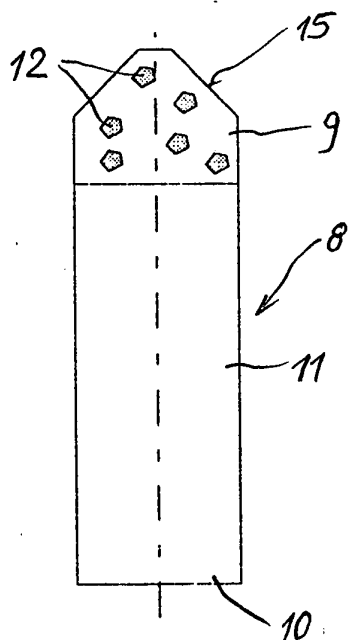


Fig. 6

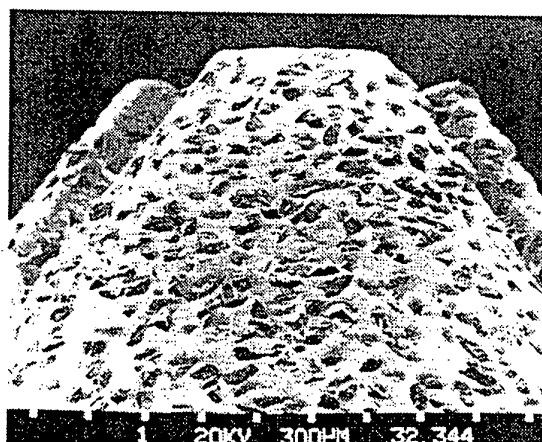
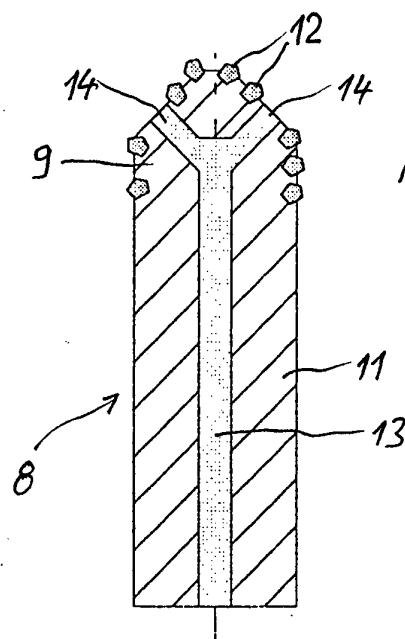


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 4909

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	EP 0 955 128 B (ERNST THIELENHAUS GMBH & CO KG) 10. November 1999 (1999-11-10) * Absätze [0001]-[0015]; Abbildungen 1-4 * ---	1,12	B24B15/00
D,A	DE 197 57 117 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. Juni 1999 (1999-06-24) * Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 5, Zeile 51; Abbildungen 1-4 * ---	1,12	
A	US 2002/040523 A1 (GOLDAU HARALD ET AL) 11. April 2002 (2002-04-11) ---		
A	US 5 954 312 A (EARNHARDT DANIEL E) 21. September 1999 (1999-09-21) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B24B B23C F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 6. Oktober 2003	Prüfer Koller, S
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 01 4909

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.

06-10-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0955128	B	10-11-1999	US	6098958 A	08-08-2000
			DE	59804798 D1	22-08-2002
			EP	0955128 A2	10-11-1999
			US	6173494 B1	16-01-2001

DE 19757117	A	24-06-1999	DE	19757117 A1	24-06-1999
			BR	9807436 A	18-04-2000
			WO	9932259 A1	01-07-1999
			DE	59804149 D1	20-06-2002
			EP	1001863 A1	24-05-2000
			ES	2177104 T3	01-12-2002
			JP	2001513165 T	28-08-2001
			US	6189816 B1	20-02-2001

US 2002040523	A1	11-04-2002	DE	10029322 A1	17-01-2002
			EP	1166962 A1	02-01-2002

US 5954312	A	21-09-1999	CN	1214112 A ,B	14-04-1999
			DE	69707423 D1	22-11-2001
			DE	69707423 T2	16-05-2002
			EP	0877885 A2	18-11-1998
			JP	2000504398 T	11-04-2000
			WO	9728392 A2	07-08-1997
			US	6035532 A	14-03-2000

EPO FORM P0461

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