



(11)

EP 2 228 462 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.09.2014 Patentblatt 2014/39

(51) Int Cl.:
C23C 4/06 ^(2006.01) **C23C 4/12** ^(2006.01)
C23C 24/10 ^(2006.01) **C23C 26/00** ^(2006.01)
F02M 61/16 ^(2006.01) **F02M 61/18** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10152429.6**

(22) Anmeldetag: **02.02.2010**

(54) Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf eine Sitzfläche eines Werkstücks

Method for applying a coating to a valve seat of a workpiece

Procédé d'application d'un revêtement sur une surface d'assise d'une pièce usinée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.03.2009 EP 09154587**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.09.2010 Patentblatt 2010/37

(73) Patentinhaber: **Wärtsilä Schweiz AG
8401 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder: **Schlager, Dietmar, Dr.
8408, Winterthur (CH)**

(74) Vertreter: **Intellectual Property Services GmbH
Langfeldstrasse 88
8500 Frauenfeld (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 529 208 EP-A- 2 039 802
WO-A-2007/148716 DE-A1- 10 038 954
DE-A1- 10 163 933**

- **SCHLAGER D ET AL: "Protection against high temperature corrosion with laser welded claddings - applied and tested on exhaust valve discs of large diesel engines burning heavy fuel oil" MATERIALS AND CORROSION - WERKSTOFFE UND KORROSION, WILEY VCH., WEINHEIM, DE, Bd. 53, Nr. 2, 1. Januar 2002 (2002-01-01) , Seiten 103-110, XP002361318 ISSN: 0947-5117**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 228 462 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf eine Sitzfläche eines Werkstücks, insbesondere auf eine Sitzfläche in einem Düsenkörper einer Einspritzdüse eines Zweitakt-Grossdieselmotors, sowie ein Werkstück, insbesondere Einspritzdüse mit einer beschichteten Sitzfläche gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs der jeweiligen Kategorie.

[0002] Es ist wohl bekannt, dass beispielsweise Nadelventile eine Sitzfläche aufweisen, die oft tief in sehr langen dünnen Bohrungen derart vorgesehen ist, dass eine Düsenadel des Ventils, zum Beispiel eine Düsenadel in einem Einspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit der Sitzfläche funktional zusammenwirken kann. So wirkt zum Beispiel im Fall von Einspritzdüsen die Düsenadel mit der Sitzfläche funktional als Ventil zusammen. Wenn sich die Düsenadel aus dem Ventilsitz heraus hebt, kann Treibstoff aus einem Druckraum in eine sich stromabwärts an den Ventilsitz anschliessende Längsbohrung strömen und von dort über Düsenlöcher in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen. Wird die Düsenadel wieder in den Ventilsitz zurück bewegt, so wird die Treibstoffzufuhr zu den Düsenlöchern unterbrochen und die Einspritzung des Treibstoffs in den Brennraum beendet.

[0003] Dabei werden an die in Rede stehenden Werkstücke wie Einspritzdüsen, Steuerventile für Einspritzkomponenten, wie zum Beispiel Steuerventile für Einspritzpumpen, Sitzflächen in Schmierölbohrungen in Zylindereinsätzen von Verbrennungsmotoren, zum Beispiel in Zweitakt-Grossdieselmotoren usw. oft spezielle Anforderungen hinsichtlich des verwendbaren Materials gestellt. So werden beispielsweise Werkstücke, die in einer aggressiven Umgebung betrieben werden aus korrosionsfesten Materialien hergestellt, so dass die entsprechende Komponente unter anderem gegen hohe Temperaturen oder chemische Angriffe geschützt ist.

[0004] Ein prominentes Beispiel einer solchen hochbelasteten Komponente sind Einspritzdüsen für Zweitakt-Grossdieselmotoren, die unter anderem oft mit hochaggressivem Schweröl betrieben werden.

[0005] Bei Grossdieselmotoren, die unter anderem als Antriebsaggregate für Schiffe oder zur Stromerzeugung in Stationäranlagen verwendet werden, wird der Brennstoff - typischerweise ist das, wie oben erwähnt ein Schweröl oder ein anderer Dieselmotorenstoff - mittels Brennstoffeinspritzdüsen in den Verbrennungsraum eingebracht. Diese Einspritzdüsen umfassen normalerweise einen teilweise in den Verbrennungsraum hineinragenden Düsenkopf, der auch als Zerstäuber bezeichnet wird. Der Düsenkopf ist ein Verschleissstück, das einem hohen thermischen, mechanischen und chemischen Belastungskollektiv unterliegt. Je nach Grad der Belastung können am Düsenkopf Schäden, beispielsweise Materialabtrag infolge von Korrosion, Erosion und / oder Abra-

sion auftreten, oder auch Risse, die bis zum Auseinanderbrechen führen können.

[0006] Die mechanischen Belastungen beruhen auch auf dem hohen Einspritzdruck, der über tausend bar betragen kann. Im Inneren des Düsenkopfs können Materialverluste durch Kavitation und / oder Erosion auftreten. Die thermischen Belastungen beruhen auf den hohen Temperaturen im Brennraum und den enormen Temperaturwechseln zwischen der Verbrennungstemperatur und der Temperatur der frisch zugeführten Spülluft. Auch im Inneren des Düsenkopfs, durch welches der Brennstoff eingebracht wird, führt das intermittierende Einspritzen zu schockartigen Temperaturwechseln. Die chemische Belastung des Düsenkopfs ist hauptsächlich in der Hochtemperatur- oder Heisskorrosion begründet. Die Heisskorrosion, die in erster Linie durch im Brennstoff enthaltenes Vanadium, Natrium und Schwefel verursacht wird, begünstigt die Materialabzehrung und Erosion. Insbesondere die Korrosion ist der Grund dafür, dass ein Düsenkopf bereits nach wenigen tausend Betriebsstunden unbrauchbar sein kann und ersetzt werden muss.

[0007] Als Werkstoff für die Düsenköpfe in Grossdieselmotoren werden daher üblicherweise Stähle oder Legierungen auf Nickel- oder Cobalt-Basis, beispielsweise Stellite 6 verwendet. Mit der Cobalt-Basis-Legierung Stellite 6 lassen sich heute für Düsenköpfe in Grossdieselmotoren vertretbare Bauteilstandzeiten im Hinblick auf Erosion, Abrasion und Kavitation (insbesondere in den Bohrungen des Düsenkopfs) erreichen.

[0008] Dabei hat sich gezeigt, dass Legierungen mit hohem Chrom- und Nickelgehalt, bei welchen der Chrom- und Nickelgehalt z.B. um die 50%-Gewichtsprozent beträgt, aber vor allem auch Legierungen mit einem Chromgehalt von mehr als 50%- Gewichtsprozent, wie z.B. Cr/Ni 65/35 Legierungen, die mittels eines sogenannten HIP-Prozesses hergestellt werden, zwar sehr gute Eigenschaften in Bezug auf die oben erwähnten Probleme mit Hochtemperatur- oder Heisskorrosion haben. Solche Werkstoffe mit hohem Chrom-Gehalt und hervorragenden chemischen Eigenschaften in Bezug auf Hochtemperatur- und Heisskorrosion sind zum Beispiel bereits in der EP 1 353 061 offenbart und ausführlich beschrieben.

[0009] In der EP 2 000 550 hat die Anmelderin dabei bereits einen verbesserten Werkstoff vorgeschlagen, der insbesondere im Hinblick auf Sprödigkeit bzw. Duktilität deutliche Fortschritte bringt. Insbesondere deshalb, weil die Entwicklung im Motorenbau, vor allem im Fall von Zweitakt-Grossdieselmotoren erwarten lässt, dass bei zukünftigen, noch leistungsfähigeren Motoren vor allem auch die mechanischen Belastungsanforderungen speziell für hoch belastete Teile wie die Düsenköpfe oder Vorkammern weiter zunehmen werden. Das heisst, es werden mehr und mehr neue oder modifizierte Materialien benötigt werden, wobei gleichzeitig jedoch die hervorragenden chemischen Eigenschaften der oben beschriebenen bekannten Materialien in Bezug auf Hoch-

temperatur- oder Heisskorrosion erhalten bleiben müssen. In der EP 2 000 550 wird daher ein neuer Werkstoff auf Basis einer CrNi-Legierung zur Herstellung eines Halbzeugs als Ausgangsmaterial für die Bildung einer Komponente eines Verbrennungsmotors, insbesondere Grossdieselmotor, vorgeschlagen, wobei der Werkstoff einen Stickstoffgehalt von weniger als 0.1 %- Gewichtsprozent aufweist.

[0010] Obwohl der in der EP 2 000 550 vorgeschlagene neue Werkstoff zu deutlich verbesserten Eigenschaften in Bezug auf chemische und physikalische Belastungen der daraus gefertigten Komponenten führt, ist damit bei bestimmten Bauteilen auch ein Kompromiss verbunden.

[0011] So gehen gute Korrosionseigenschaften bestimmter Werkstoffe zum Beispiel zu Lasten der Härte. Zum Beispiel im Fall von Einspritzdüsen zum Einspritzen von Brennstoff, sind die Düsenkörper an sich gut gegen chemisch und physikalisch aggressive Umgebungen geschützt. Jedoch zeigen die Sitzflächen, mit denen zum Beispiel die Düsenadeln zusammenwirken, eine ungenügende Härte, was dazu führen kann, dass die entsprechenden Sitzflächen und / oder die Düsenadeln vorzeitig verschleissen, was zu Undichtigkeiten, Ungenauigkeiten bei der Treibstoffdosierung usw. führen kann.

[0012] Um Schäden am Motor insgesamt, einen durch den vorzeitigen Verschleiss des Einspritzventils erhöhten Treibstoffverbrauch oder zum Beispiel eine Erhöhung der Schadstoffe in den Verbrennungsgasen zu vermeiden, müssen die Einspritzdüsen oder zumindest deren betroffenen Komponenten frühzeitig ausgetauscht oder gewartet werden, was natürlich personal- und kostenintensiv ist und, wenn die Verschleisschäden nicht rechtzeitig erkannt werden, können diese Schäden vor allem im Fall von Hochseeschiffen zu einem erheblichen Sicherheitsrisiko werden.

[0013] Im Prinzip können diese Probleme dadurch gelöst werden, dass die Sitzflächen mit einer geeigneten Beschichtung versehen werden, so dass der Sitzfläche durch die Beschichtung die geforderten physikalischen und / oder chemischen Eigenschaften vermittelt werden.

[0014] Die internationale Patentanmeldung WO2007148716 A1 offenbart ein Verfahren zum Beschichten der Sitzfläche in einer Bohrung, bei dem eine Elektrode in die Bohrung geführt wird, und das Elektrodenmaterial durch elektrische Entladung verdampft und auf die Sitzfläche aufgetragen wird.

[0015] Allerdings stehen bisher keine zufriedenstellende Verfahren zur Herstellung oder Beschichtung von Sitzflächen zur Verfügung, die tief unten in langen dünnen Bohrungen vorgesehen werden müssen.

[0016] Zur Illustration des Problems soll anhand der Fig. 2a im Folgenden kurz als Beispiel eine Einspritzdüse für einen Zweitakt-Grossdieselmotor betrachtet werden. Zur besseren Unterscheidung des Stands der Technik von der vorliegenden Erfindung werden im Rahmen dieser Anmeldung die Bezugszeichen zu Merkmalen bekannter Werkstücke mit einem Hochkomma versehen,

während die Bezugszeichen zu erfindungsgemässen Merkmalen kein Hochkomma tragen.

[0017] Die bekannte Einspritzdüse 31' der Fig. 2a umfasst einen Düsenkörper 300' mit einem Düsenkopfs 301', der mit dem Düsenkörper 300' verbunden ist. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel erfolgt die Verbindung mittels einer Haltehülse 302', die sich an ihrem unteren Ende zur Längsachse A' der Brennstoffeinspritzdüse 31' hin verjüngt. Die Längsachse A' ist gleichzeitig auch Längsachse A' des Düsenkopfs 301'. Die Haltehülse 302' ist mittels einer Überwurfmutter 303' sowie eines elastischen Elements 304', zum Beispiel eines Sprenglings, am Düsenkörper 300' befestigt. Der Düsenkopf 301' stützt sich in dem sich verjüngenden Teil der Haltehülse 302' ab.

[0018] Der Düsenkopf 301' weist eine Längsbohrung 305' auf und im Bereich seines unteren Endes mindestens ein Düsenloch 306', typischerweise z. B. fünf Düsenlöcher 306', die von der Längsbohrung 305' ausgehen und durch welche der Brennstoff in den Brennraum B' austreten kann.

[0019] Im Innern des Düsenkörpers 300' ist ein Druckraum 307' vorgesehen, in welchen eine Zuführleitung 308' für den Brennstoff einmündet. Der Druckraum 307' wird in axialer Richtung von einem Ventilsitz 2' begrenzt. Ferner ist im Innern des Düsenkörpers 300' eine Düsenadel 7' angeordnet, die sich im Wesentlichen in Richtung der Längsachse A' erstreckt und die mit dem Ventilsitz 2' zusammenwirkt. In der in Fig. 2a dargestellten Schliessstellung wird die untere Spitze der Düsenadel 7' in den Ventilsitz 2' gedrückt, sodass der Durchlass aus dem Druckraum 307' in die sich stromabwärts anschliessende Längsbohrung 305' verschlossen ist. Die Düsenadel 7' ist in an sich bekannter Weise mittels einer nicht dargestellten Druckfeder federbelastet und gegen den Ventilsitz 2' vorgespannt. In der Offenstellung der Düsenadel 7' ist diese nach oben aus dem Ventilsitz 2' herausgehoben, so dass zwischen dem unteren Ende der Düsenadel 7' und dem Ventilsitz 2' ein Durchlass offen ist, durch welchen der Brennstoff aus dem Druckraum 307' in die Längsbohrung 305' gelangen kann.

[0020] Das Volumen zwischen dem Ventilsitz 2' und den Düsenlöchern 306' wird üblicherweise als Sackloch bezeichnet.

[0021] Die Längsbohrung 305' ist bei dem hier beschriebenen speziellen Beispiel als im wesentlichen zylindrische Bohrung ausgestaltet, die sich in Richtung der Längsachse A' erstreckt. Der Durchmesser d' der Längsbohrung 305' legt einen Strömungsquerschnitt fest, womit die für die Strömung des Brennstoffs zur Verfügung stehende Querschnittsfläche in der Längsbohrung 305' gemeint ist.

[0022] Die Düsenadel 7' ist in der Bohrung 4', die in Fig. 2a aus Platzgründen nur teilweise dargestellt ist, vorgesehen und hat eine Eingangsöffnung 5', durch welche die Düsenadel 7' in die Bohrung 4' einführbar ist. Die Sitzfläche 2' ist von der Eingangsöffnung 5' in einem Abstand L' vorgesehen, wobei die Bohrung 4' selbst einen

inneren Durchmesser D' hat, der etwas grösser ist als ein äusserer Durchmesser der Düsennadel 7', so dass die Düsennadel 7' sicher und präzise in der Bohrung 4' geführt wird.

[0023] Der Abstand L' ist dabei typischerweise gross gegen den Durchmesser D' der Bohrung 4'. Das heisst, wenn im Rahmen der vorliegenden Anmeldung von einer langen dünnen Bohrung die Rede ist, dann ist damit eine Bohrung gemeint, deren Durchmesser klein im Vergleich zu einer für die Bohrung typischen bzw. wesentlichen Länge ist.

[0024] Im Beispiel einer Einspritzdüse gemäss Fig. 2a ist der Abstand L' der Sitzfläche 2' von der Eingangsöffnung 5' beispielsweise im Bereich von L' = 30 mm, während der Durchmesser D' der Bohrung 4' zum Beispiel nur D' = 2.5 mm gross ist.

[0025] Das heisst, bei einer langen dünnen Bohrung im Sinne der vorliegenden Anmeldung beträgt der Durchmesser der Bohrung z.B. ca. 10% der massgeblichen Länge der Bohrung, wobei natürlich auch deutlich andere Verhältnisse von Durchmesser zu Bohrung möglich sind, je nachdem um welches Werkstück es sich handelt.

[0026] An dem zuvor exemplarisch geschilderten Beispiel wird klar, dass es grundsätzlich schwierig ist, die Sitzfläche im Inneren einer langen dünnen Bohrung zu bearbeiten. Wenn die absoluten Abmessungen sogar z.B. im Bereich von nur wenigen Millimetern bis zu wenigen 10 Millimetern liegen, wie beim oben diskutierten Beispiel einer Einspritzdüse, ist ein Beschichten einer Sitzfläche tief im Inneren in einer so dünnen Bohrung bisher überhaupt nicht möglich.

[0027] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf einer Sitzfläche eines Werkstücks, sowie ein entsprechendes Werkstück vorzuschlagen, so dass die aus dem Stand der Technik bekannten Probleme mit den Sitzflächen des Werkstücks vermieden werden, und insbesondere höhere Standzeiten und damit kürzere Wartungsintervalle und letztlich auch eine höhere Betriebssicherheit erreicht wird.

[0028] Es wird somit speziell ein Verfahren bereitgestellt, mit welchem ein Werkstück, insbesondere eine Düse herstellbar ist, welche in einer dünnen und langen Bohrung, d.h. in einer im Verhältnis zum Durchmesser langen Bohrung, eine Beschichtung auf einer Sitzfläche aufweist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, mit welchem auf einer Sitzfläche in einer dünnen und langen Bohrung eine Beschichtung herstellbar ist. Insbesondere soll auch ein Verfahren zur Verfügung gestellt werden, mit welchem eine Sitzfläche in einer dünnen und langen Bohrung eines Werkstücks mit einer Beschichtung nachgerüstet werden kann. Darüber hinaus ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Werkstück, insbesondere einen Düsenkörper bereitzustellen, der in einer dünnen und langen Bohrung eine beschichtete Sitzfläche hat.

[0029] Die diese Aufgabe lösenden Gegenstände der Erfindung sind durch die Merkmale des unabhängigen

Anspruchs gekennzeichnet.

[0030] Die abhängigen Ansprüche betreffen besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

[0031] Es wird somit ein Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung auf eine Sitzfläche eines Werkstücks vorgeschlagen, wobei die Sitzfläche innerhalb einer Bohrung im Werkstück in einem vorgegebenen Abstand von einer Eingangsöffnung der Bohrung vorgesehen wird. Erfindungsgemäss wird in einem vorgängigen Verfahrensschritt ein Beschichtungsmaterial auf die Sitzfläche aufgebracht und in einem weiteren Verfahrensschritt die Beschichtung auf der Sitzfläche mittels eines Energiestrahls ausgebildet, indem der Energiestrahle durch die Bohrung hindurch auf die Sitzfläche gerichtet wird.

[0032] Durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung ist es erstmals möglich, die Materialeigenschaften eines Basismaterials aus dem ein Werkstück, wie beispielsweise eine Einspritzdüse für einen Zweitakt-Grossdieselmotor gefertigt ist, völlig unabhängig von den Materialanforderungen zu wählen, die an eine zuverlässig funktionierende Sitzfläche tief im Inneren einer langen dünnen Bohrung im Werkstück gefordert sind.

[0033] Das wird dadurch erreicht, dass die Sitzfläche tief im Inneren der langen dünnen Bohrung mit einer Beschichtung versehen wird, deren Material je nach Anforderungen an die Eigenschaften der Sitzfläche frei wählbar ist.

[0034] So kann für das Werkstück an sich z.B. ein Werkstoff auf einer Ni-Basis, einer Cr-Basislegierung, einer Cu-Basis- oder auf Grundlage einer Fe-Basislegierung gewählt werden, das verhältnismässig weich ist aber sehr gute Eigenschaften in Bezug auf Schutz gegen Heissgaskorrosion oder chemische Angriffe bietet. Als Beschichtungsmaterial für die Sitzfläche kann dann zum Beispiel ein deutlich härteres Material gewählt werden, so dass die Sitzfläche gegen permanente mechanische Belastungen besser gegen vorzeitigen Verschleiss z.B. durch Materialabtrag, Kavitation, Erosion, Mikroverschweissung oder Materialermüdung usw. geschützt ist.

[0035] In einem anderen Beispiel ist es auch möglich, dass die Beschichtung der Sitzfläche aus einem weichen Material als das Werkstück an sich gefertigt ist, beispielsweise um eine bessere Dichtigkeit an der Sitzfläche zu erreichen oder eine andere gewünschte Materialeigenschaft an der Sitzfläche zu realisieren oder aber es kann beispielsweise auch ein Material aus einer Metallmatrix mit eingelagerten Partikeln, deren Härte gleich oder höher als die der Metallmatrix ist, verwendet werden.

[0036] Auch andere Eigenschaften können durch die Beschichtung auf der Sitzfläche optimiert werden. Beispielsweise ist es möglich, dass die Sitzfläche selbst gegen andere korrosiv wirkende Prozesse geschützt werden muss, als z.B. eine Aussenwand des Werkstücks selbst, das einer anderen aggressiven Umgebung mit schädlichen Einwirkungen ausgesetzt wird.

[0037] Der Fachmann versteht sofort, dass die vorliegende Erfindung so flexibel ist, dass durch geeignete

Wahl des Materials für die Beschichtung auf der Sitzfläche und / oder dadurch, dass beim Beschichtungsprozess selbst bestimmte Beschichtungsbedingungen gezielt ausgewählt werden, wie zum Beispiel die Energiedichte des Energiestrahls oder die Einwirkzeit des Energiestrahls während des Beschichtungsvorgangs, praktisch jede gewünschte Eigenschaft der Beschichtung auf der Sitzfläche gezielt eingestellt werden kann.

[0038] Das Beschichtungsmaterial wird dabei vor einem Energieeintrag durch den Energiestrahle, bevorzugt in Form eines Beschichtungspulvers und / oder in Form eines Beschichtungsdrahts, oder in Form von kleinen Stücken eines Beschichtungsdrahts und / oder in Form eines vorgefertigten Beschichtungskörpers zumindest auf einen Teil der Sitzfläche aufgebracht.

[0039] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das Beschichtungsmaterial auch gleichzeitig mit einem Energieeintrag durch den Energiestrahle auf die Sitzfläche aufgebracht werden, d.h. es handelt sich um einen Spezialfall des an sich bekannten Auftragschweissens.

[0040] Insbesondere zur Herstellung eines neuen Werkstücks, z.B. einer neuen Einspritzdüse für einen Zweitakt-Grossdieselmotor, kann nach der Ausbildung der Beschichtung auf der Sitzfläche durch die Beschichtung hindurch eine Funktionsbohrung eingebracht werden, durch die im Betriebszustand zum Beispiel Brennstoff transportiert werden kann.

[0041] Besonders bevorzugt kommt als Energiestrahle ein Laserstrahl zur Verwendung, aber auch andere Energiestrahlen wie zum Beispiel ein Elektronenstrahl können in bestimmten Fällen vorteilhaft eingesetzt werden.

[0042] Wie mehrfach erwähnt, ist die Sitzfläche in einem erfindungsgemässen Werkstück in einer langen dünnen Bohrung tief im Werkstück vorgesehen, wobei ein kleinster Durchmesser der Bohrung in einem Bereich zwischen der Eingangsöffnung und der Sitzfläche maximal 50% des Abstands, insbesondere maximal 25% des Abstands, und der kleinste Durchmesser der Bohrung bevorzugt maximal 10% des Abstands von der Eingangsöffnung beträgt.

[0043] Dabei ist das Werkstück bevorzugt, aber nicht notwendig, ein Düsenkörper einer Düse, insbesondere eine Einspritzdüse eines Zweitakt-Grossdieselmotors, oder ein Sicherheitsventil oder ein Steuerventil für eine Komponente einer Einspritzanlage oder eine Schmierölbohrung in einem Zylindereinsatz.

[0044] Als Beschichtungsmaterial kommt im Prinzip jedes Material in Frage, mit welchem sich eine gewünschte Eigenschaft der Beschichtung auf der Sitzfläche einstellen lässt. Bevorzugt kommt als Beschichtungsmaterial zum Beispiel eine Kobalt-Basislegierung, und / oder eine Chrom-Basislegierung und / oder eine Nickel-Basislegierung und / oder eine Eisen-Basislegierung in Frage.

[0045] Die Offenbarung betrifft weiterhin ein Werkstück in welchem eine Sitzfläche innerhalb einer Bohrung in einem vorgegebenen Abstand von einer Eingangsöffnung der Bohrung vorgesehen ist, wobei auf der Sitzfläche

che eine Beschichtung ausgebildet ist, die mittels eines durch die Bohrung hindurch auf die Sitzfläche gerichteten Energiestrahls aus einem Beschichtungsmaterial hergestellt ist.

[0046] Im speziellen kann durch die Beschichtung hindurch eine Funktionsbohrung vorgesehen sein.

[0047] Ein kleinster Durchmesser der Bohrung beträgt in einem Bereich zwischen der Eingangsöffnung und der Sitzfläche maximal 50% des Abstands, insbesondere maximal 25% des Abstands, und der kleinste Durchmesser der Bohrung kann bevorzugt maximal 10% des Abstands der Sitzfläche von der Eingangsöffnung betragen.

[0048] Da die Eigenschaften der Beschichtung auf der Sitzfläche praktisch beliebig flexibel einstellbar sind, kann beispielsweise eine Härte der Beschichtung verschieden von einer Härte des Werkstücks und/ oder eine Korrosionsbeständigkeit der Beschichtung kann verschieden von einer Korrosionsbeständigkeit des Werkstücks und / oder jede andere Eigenschaft der Beschichtung kann sich von der entsprechenden Eigenschaft des Werkstücks unterscheiden.

[0049] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a - 1c: ein erfindungsgemässes Verfahren zur Herstellung einer Beschichtung auf einer Sitzfläche;

Fig. 2a - 2d: ein erfindungsgemässes Verfahren zur Nachrüstung einer Einspritzdüse mit einer Sitzflächenbeschichtung;

Fig. 3a - 3d: ein erfindungsgemässes Verfahren zur Herstellung einer Einspritzdüse mit einer Sitzflächenbeschichtung.

[0050] Anhand der Fig. 1a bis 1c wird ein erstes einfaches Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Erzeugung einer Beschichtung 1 auf einer Sitzfläche 2 in einer langen dünnen Bohrung 4 eines Werkstücks 3 exemplarisch erläutert. Das Werkstück 3 der Fig. 1 ist ein teilweise im Schnitt dargestelltes Steuerventil 3 einer Komponente eines Einspritzsystems für einen Zweitakt-Grossdieselmotor. Die Sitzfläche 2 dient im zusammengesetzten Zustand des Steuerventils 3 zur Abstützung einer entlang der Achse A beweglichen Ventilnadel, die erst nach Aufbringen der Beschichtung 1 auf den Ventil Sitz 2 in das Steuerventil 3 eingesetzt wird. Bei der Bohrung 4 gemäss Fig. 1a - 1c handelt es sich um eine dünne lange Bohrung im Sinne der Anmeldung. Im vorliegenden Fall hat die Bohrung einen Durchmesser von 3.5 mm und die Sitzfläche 2 ist von der Eingangsöffnung 5 in einem Abstand L von ca. 25 mm tief in der Bohrung angeordnet. Das heisst, der kleinste Durchmesser D der Bohrung, der im vorliegenden Fall entlang der Achse A konstant ist, beträgt nur ca. 14% des Abstands L der Sitzfläche 2 von der Eingangsöffnung 5.

[0051] In einem vorgängigen Verfahrensschritt ist gemäss Fig. 1a ein Beschichtungspulver 100, 101 auf die Sitzfläche 2 in einer solchen vorgegeben Menge eingebracht, dass die Beschichtung 1 in der vorgegeben Dicke und Geometrie auf der Sitzfläche 2 erzeugbar ist. In einem weiteren Verfahrensschritt wird gemäss Fig. 1b ein Energiestrah 6, der im vorliegenden Fall ein sehr feiner Laserstrahl 6 ist, der einen Durchmesser hat, der kleiner als der Durchmesser D der Bohrung 4 ist, von einem Laser 600 erzeugt und durch die Bohrung 4 hindurch auf die Sitzfläche 2 gerichtet.

Durch den Energieeintrag durch den Laserstrahl 6 wird das Beschichtungspulver 100 erhitzt, dadurch ganz oder teilweise angeschmolzen oder aufgeschmolzen, so dass sich schliesslich auf der Sitzfläche 2 die Beschichtung 2 ausbildet, z.B. aufgrund von Bildung einer schmelzmetallurgischen Verbindung oder eines Anhaftens der Schicht.

[0052] In Fig. 1c ist die fertige Beschichtung 1 auf der Sitzfläche 2 zu sehen, die eventuell, falls notwendig, noch nachbearbeitet werden muss, um einen sicheren Sitz der nicht gezeigten Ventalnadel auf der Beschichtung 1 zu gewährleisten.

[0053] Anhand der Fig. 2a bis 2d soll im Folgenden schematisch erläutert werden, wie mit Hilfe der Erfindung eine an sich bekannte Einspritzdüse 31' für einen Zweitakt-Grossdieselmotor mit einer Beschichtung 1 nachgerüstet werden kann.

[0054] In Fig. 2a ist eine aus dem Stand der Technik bekannte Einspritzdüse 31' teilweise und im Schnitt schematisch dargestellt. Die Fig. 2a wurde bereits eingehend weiter oben beschrieben, so dass mit der Beschreibung der Fig. 2b fortgefahren wird.

[0055] Zur Anwendung eines erfindungsgemässen Verfahrens wurde gemäss Fig. 2b aus der Einspritzdüse 31' zunächst die Düsennadel 7' entfernt.

[0056] In Fig. 2c, die den hier interessierenden Bereich um die Sitzfläche 2 etwas deutlicher im Detail zeigt, wurde durch die Bohrung 4 hindurch ein vorgefertigter Beschichtungskörper 102 aus einem Beschichtungsmaterial 100 auf die Sitzfläche 2 aufgelegt. Da es sich spätestens jetzt bei der Einspritzdüse 3, 31 bereits um ein Werkstück 3 gemäss der vorliegenden Erfindung handelt, und nicht mehr um eine aus dem Stand der Technik bekannte Einspritzdüse 31', werden ab jetzt alle Bezugszeichen ohne Hochkomma verwendet, da sich die entsprechenden Merkmale auf eine erfindungsgemässe Einspritzdüse 3, 31 beziehen.

[0057] In Fig. 2d ist die Fertigstellung der Sitzfläche 1 gerade abgeschlossen. Der Laser steht unmittelbar vor der Abschaltung. Der Beschichtungskörper 102 wurde durch den Laserstrahl 6 vom Laser 600 in einem vorgegeben Erhitzungsverfahren derart erhitzt, dass der Beschichtungskörper 102 zuverlässig mit der Sitzfläche 2 verbunden wurde und so eine Beschichtung 1 gemäss der vorliegenden Erfindung auf der Sitzfläche 2 bildet. Somit ist ein an sich bekanntes Einspritzventil erfolgreich mit einer erfindungsgemässen Sitzbeschichtung 1 nach-

gerüstet worden.

[0058] Anhand der Fig. 3a bis 3d soll schliesslich noch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Verfahrens schematisch erläutert werden, mit welchem eine Einspritzdüse 3, 31 der vorliegenden Erfindung neu hergestellt werden kann.

[0059] In Fig. 3a ist ein Rohling eines Düsenkopfes 301 teilweise und im Schnitt schematisch dargestellt. Der Rohling des Düsenkopfes 301 hat eine Sacklochbohrung 4, an deren darstellungsgemäss unterem Ende im Abstand L von einer Eingangsöffnung 5 eine Sitzfläche 2 derart vorgesehen ist, dass sich die Sitzfläche 2 über den gesamten Querschnitt der Sacklochbohrung 4 erstreckt. In die Bohrung 4 wurde ein Beschichtungspulver 100, 101 eingebracht, das die Sitzfläche 2 bedeckt. Der Laser 600 wurde soeben erst eingeschaltet und erwärmt mit dem Laserstrahl 6 durch die Bohrung 4 hindurch das Beschichtungsmaterial 100, 101, wodurch sich eine Beschichtung 1 auf der Sitzfläche 2 ausbildet. In Fig. 3b wurde der Laser 600 bereits abgeschaltet, weil die Beschichtung 1 auf der Sitzfläche 2 fertig ausgebildet ist.

[0060] Damit im fertigen Zustand die Einspritzdüse 31 ihre Funktion erfüllen kann, wird gemäss Fig. 3c mittels eines geeigneten Bohrgerätes durch die Bohrung 4 hindurch eine Längsbohrung 305 in Form einer Sacklochbohrung durch die Beschichtung 1 und die Sitzfläche 2 hindurch eingebracht.

[0061] Schliesslich werden in den Düsenkopf 301 von aussen noch Düsenlöcher 306, wie in Fig. 3d schematisch dargestellt, eingebracht, so dass im Betriebszustand Brennstoff über die Längsbohrung 305 und die Düsenlöcher 306 in an sich bekannter Weise durch die Einspritzdüse 301 in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann.

[0062] Durch ein Werkstück 3, zum Beispiel in Form einer Düse 31 können bisher nicht erreichbare Standzeiten realisiert werden, was insbesondere unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten von grosser Bedeutung ist.

[0063] Der Düsenkopf eignet sich einerseits somit unter anderem insbesondere für zukünftige Generationen von Grossdieselmotoren, die noch leistungsfähiger sind und noch höhere Anforderungen an die Belastbarkeit der Düsenköpfe stellen. Andererseits können auch bereits sich im Betrieb befindliche Komponenten gemäss der Erfindung nachgerüstet werden.

[0064] Dabei ist die Erfindung selbstverständlich nicht auf spezielle Anwendungen in Grossdieselmotoren beschränkt, sondern die Erfindung kann überall dort erfolgreich eingesetzt werden, wo in langen dünnen Bohrungen im Sinne der vorliegenden Erfindung Sitzflächen mit Beschichtungen versehen werden müssen, die bestimmte Funktionen zu erfüllen haben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen einer Beschichtung (1) auf eine Sitzfläche (2) eines Werkstücks (3), wobei

- die Sitzfläche (2) innerhalb einer Bohrung (4) im Werkstück (3) in einem vorgegebenen Abstand (L) von einer Eingangsöffnung (5) der Bohrung (4) vorgesehen wird, und ein kleinster Durchmesser (D) der Bohrung (4) in einem Bereich zwischen der Eingangsöffnung (5) und der Sitzfläche (2) maximal 50% des Abstands (L) beträgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem vorgängigen Verfahrensschritt ein Beschichtungsmaterial (100, 101, 102) auf die Sitzfläche (2) aufgebracht wird und in einem weiteren Verfahrensschritt die Beschichtung (1) auf der Sitzfläche (2) mittels eines Energiestrahls (6) ausgebildet wird, indem der Energiestrahls (6) durch die Bohrung (4) hindurch auf die Sitzfläche (2) gerichtet wird, wobei als Energiestrahls (6) ein Laserstrahl (6) oder ein Elektronenstrahl (6) verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der kleinste Durchmesser (D) der Bohrung (4) in einem Bereich zwischen der Eingangsöffnung (5) und der Sitzfläche (2) maximal 25% des Abstands (L), und der kleinste Durchmesser (D) der Bohrung (4) bevorzugt maximal 10% des Abstands (L) gewählt wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Beschichtungsmaterial (100) vor einem Energieeintrag durch den Energiestrahls (6), in Form eines Beschichtungspulvers (101) und / oder in Form eines Beschichtungsdrahts (101) und / oder in Form eines vorgefertigten Beschichtungskörpers (102) zumindest auf einen Teil der Sitzfläche (2) aufgebracht wird.
 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei nach der Ausbildung der Beschichtung (1) auf der Sitzfläche (2), durch die Beschichtung (1) hindurch eine Funktionsbohrung (7) eingebracht wird.
 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Werkstück (3) ein Düsenkörper einer Düse (31) oder ein Sicherheitsventil oder ein Steuerventil für eine Komponente einer Einspritzanlage oder eine Schmierölbohrung in einem Zylindereinsatz ist.
 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Beschichtungsmaterial (100, 101, 102) eine Kobalt-Basislegierung und / oder eine Nickel-Basislegierung und / oder eine Chrom-Basislegierung und / oder eine Eisen-Basislegierung ist.
- a predefined spacing (L) from an input opening (5) of the bore (4) and a smallest diameter (D) of the bore (4) amounts to at most 50% of the spacing (L) in a region between the input opening (5) and the seat surface (2), **characterized in that** a coating material (100, 101, 102) is applied to the seat surface (2) in a prior method step and the coating (1) is formed at the seat surface (2) in a further method step by means of a beam of energy (6), **in that** the beam of energy (6) is directed at the seat surface (2) through the bore (4), wherein a laser beam (6) or a beam of electrons (6) is used as a beam of energy (6).
2. A method in accordance with claim 1, wherein the smallest diameter (D) of the bore (4) amounts to at most 25% of the spacing (L) in a region between the input opening (5) and the seat surface (2), and the smallest diameter (D) of the bore (4) is preferably selected to be at most 10% of the spacing (L).
 3. A method in accordance with claim 1 or claim 2, wherein the coating material (100) is applied to at least a part of the seat surface (2) in the form of a coating powder (101) and/or in the form of a coating wire (101) and/or in the form of a prefabricated coating body (102) prior to the introduction of energy by means of the beam of energy (6).
 4. A method in accordance with any one of the preceding claims, wherein a functional bore (7) is introduced through the coating (1) after the formation of the coating (1) at the seat surface (2).
 5. A method in accordance with any one of the preceding claims, wherein the workpiece (3) is a nozzle body of a nozzle (31) or is a safety valve or a control valve for a component of an injection apparatus or a lubrication oil bore in a cylinder insert.
 6. A method in accordance with any one of the preceding claims, wherein the coating material (100, 101, 102) is a cobalt base alloy and/or a nickel base alloy and/or a chrome base alloy and/or an iron base alloy.

Claims

1. A method of applying a coating (1) to a seat surface (2) of a workpiece (3), wherein the seat surface (2) is provided within a bore (4) in the workpiece (3) at

Revendications

1. Procédé permettant de déposer un revêtement (1) sur une surface d'appui (2) d'une pièce (3), ladite surface d'appui (2) étant prévue à l'intérieur d'une forure (4) dans la pièce (3) à une distance (L) prédéfinie d'un orifice d'entrée (5) de la surface d'appui (2), et un plus petit diamètre (D) de la forure (4) dans une zone entre l'orifice d'entrée (5) et la surface d'appui (2) mesurant au maximum 50 de la distance (L), **caractérisé en ce que** dans une étape préalable du procédé, un matériau de revêtement (100, 101, 102) est déposé sur la surface d'appui (2) et dans une

autre étape du procédé, le revêtement (1) est réalisé sur la surface d'appui (2) au moyen d'un rayon énergétique (6), du fait que le rayon énergétique (6) est dirigé sur la surface d'appui (2) en passant à travers la forure (4), un rayon laser (6) ou un rayon électronique (6) étant utilisé pour former le rayon énergétique (6). 5

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le plus petit diamètre (D) de la forure (4) dans une zone entre l'orifice d'entrée (5) et la surface d'appui (2) mesure au maximum 25 % de la distance (L), et le plus petit diamètre (D) de la forure (4) mesure, de préférence, au maximum 10 % de la distance (L). 10
15
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le matériau de revêtement (100), sous la forme d'une poudre de revêtement (101) et/ou sous la forme d'un fil de revêtement (101) et/ou sous la forme d'un corps de revêtement (102) préfabriqué, est déposé au moins sur une partie de la surface d'appui (2) avant l'injection de l'énergie au moyen du rayon énergétique (6). 20
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel après la réalisation du revêtement (1) sur la surface d'appui (2), une forure fonctionnelle (7) est réalisée à travers le revêtement (1). 25
30
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la pièce (3) est le corps d'une buse (31) ou une vanne de sûreté ou une vanne de commande pour un compostant d'un système d'injection ou d'une forure pour huile de lubrification dans un insert de cylindre. 35
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau de revêtement (100, 101, 102) est un alliage à base de cobalt et/ou un alliage à base de nickel et/ou un alliage à base de chrome et/ou un alliage à base de fer. 40
45
50
55

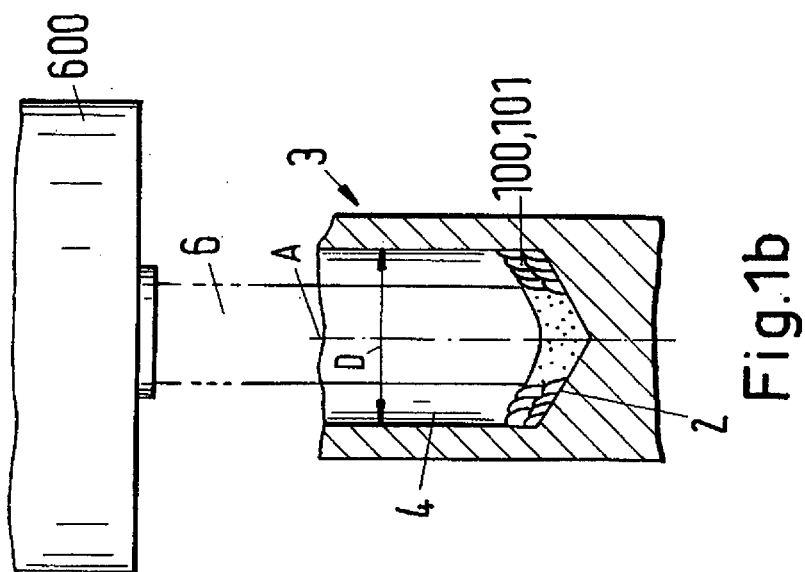


Fig. 1b

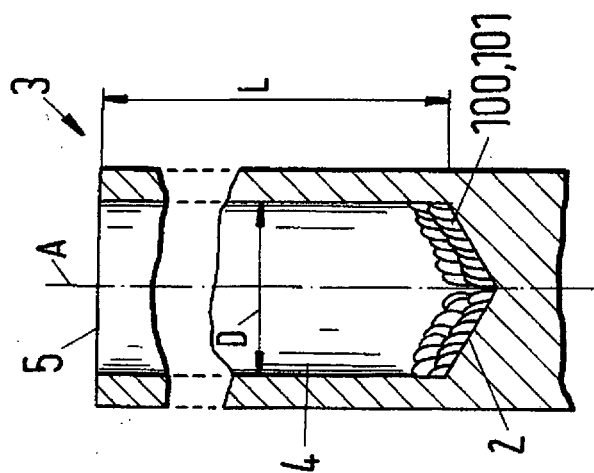


Fig. 1a

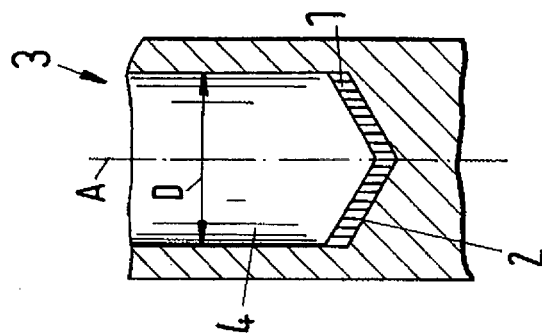


Fig. 1c

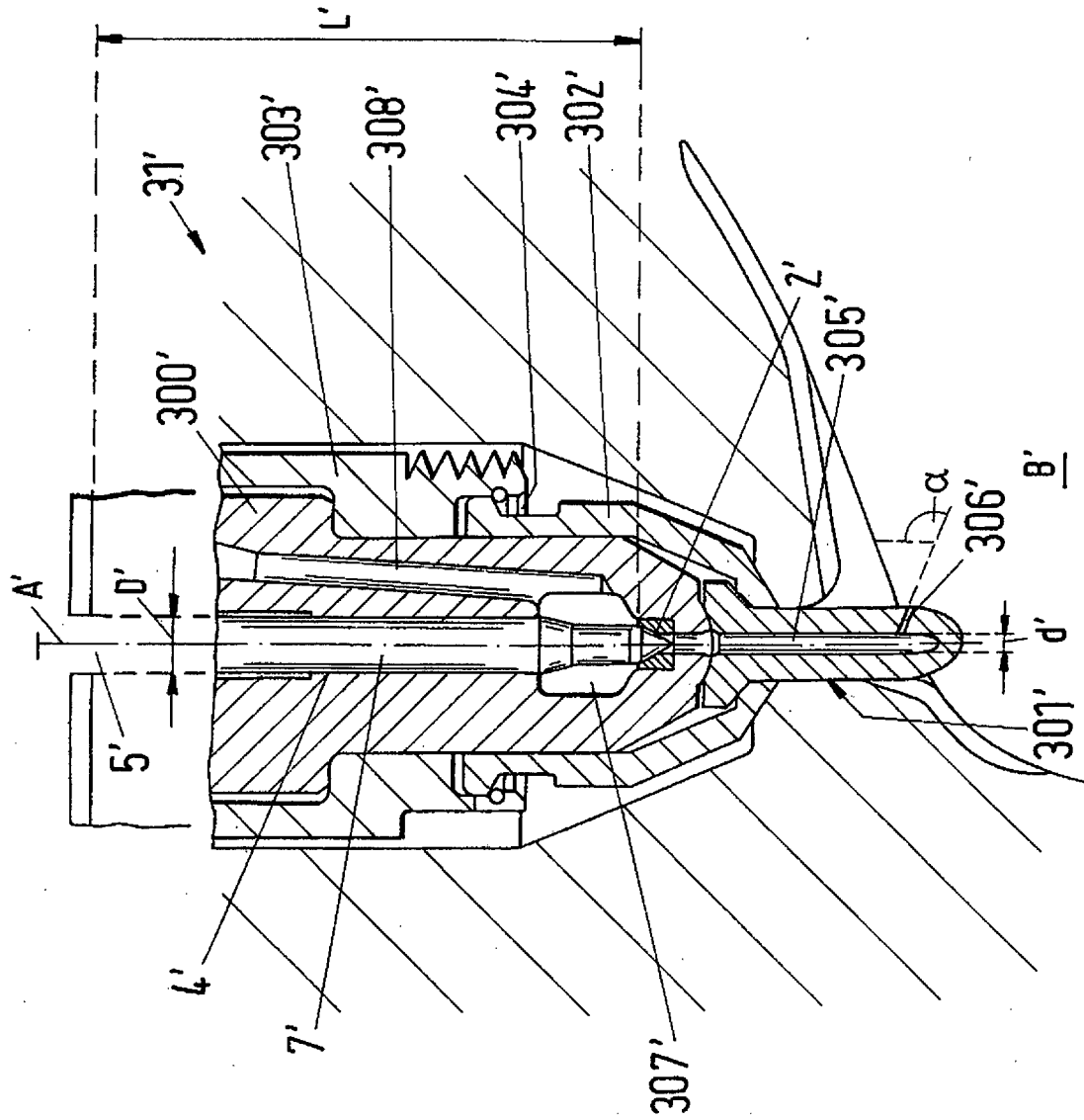


Fig. 2a

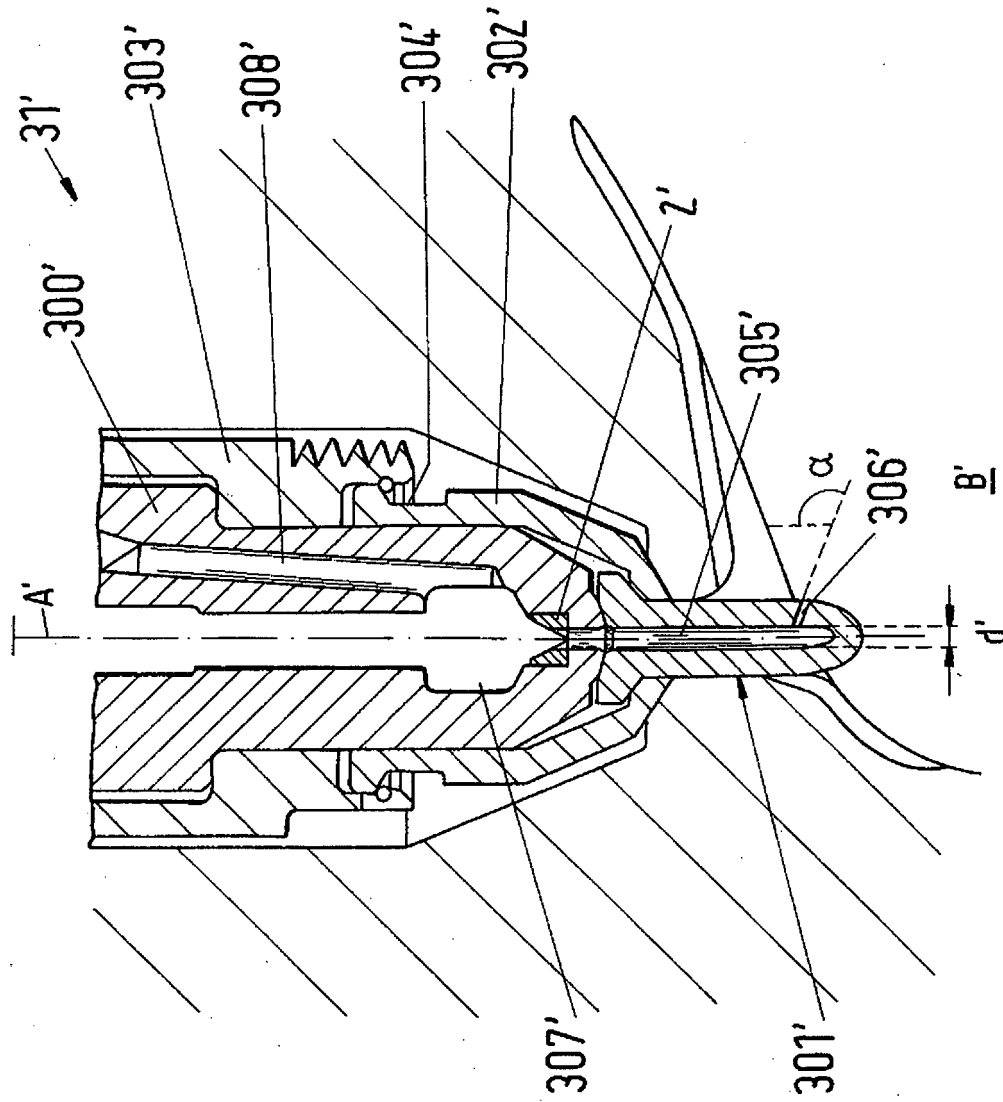


Fig. 2b

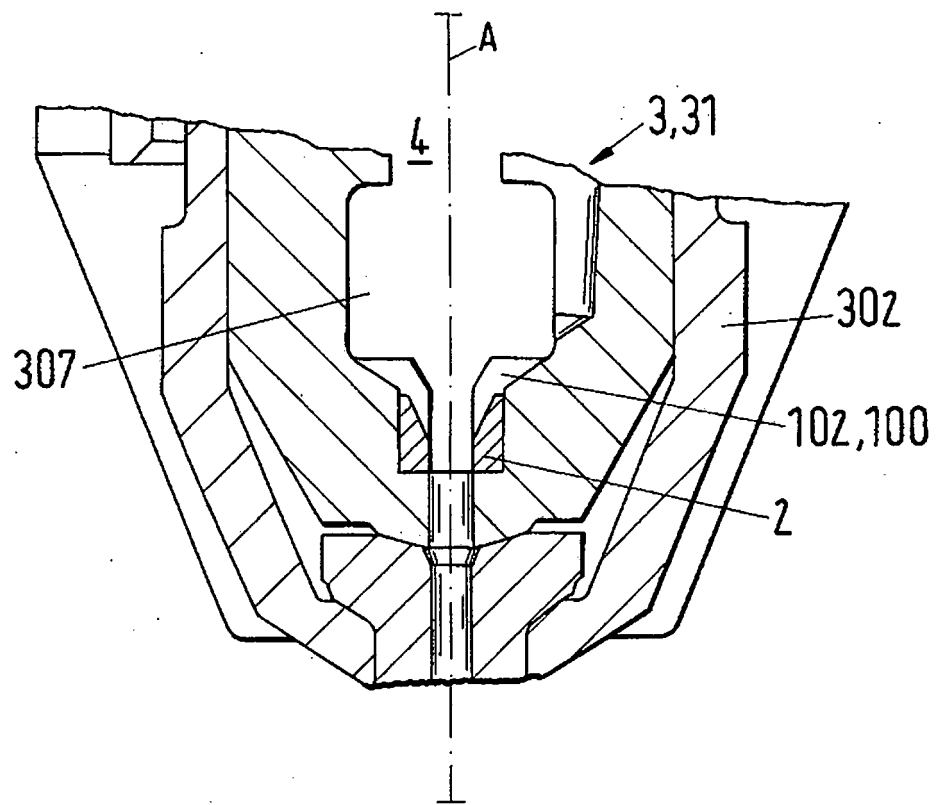


Fig.2c

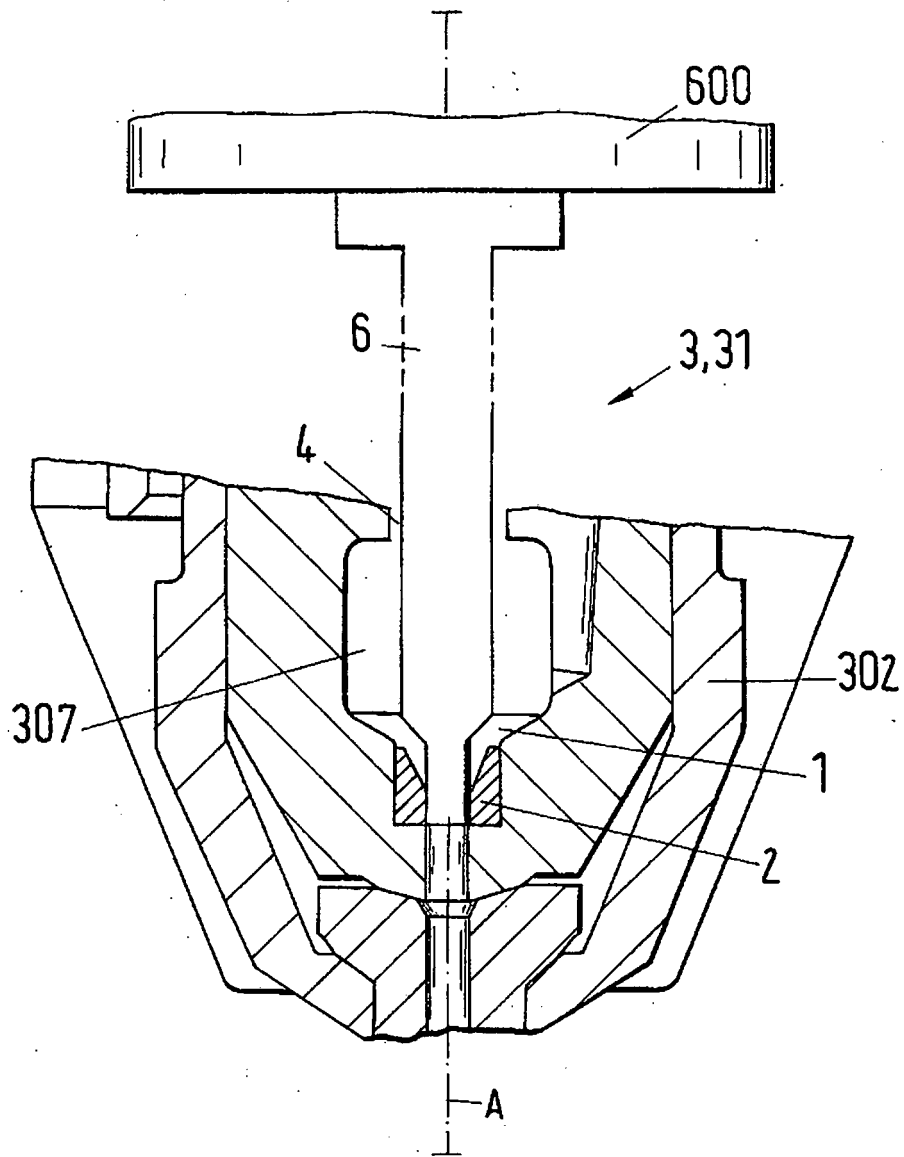


Fig.2d

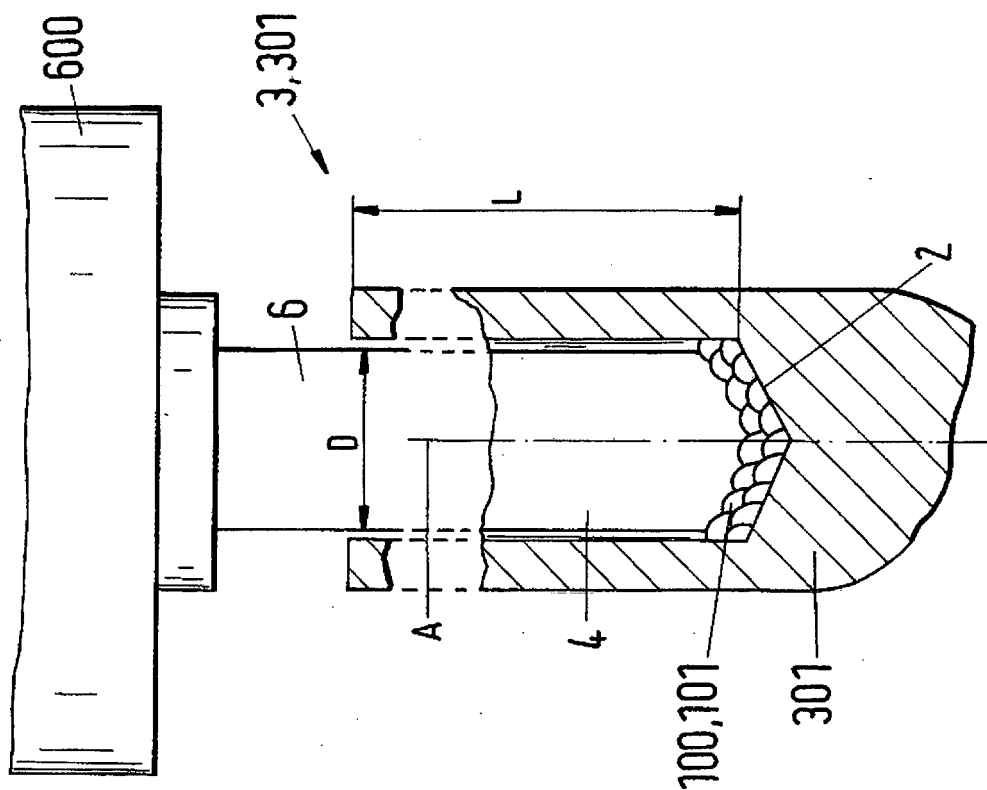


Fig. 3a

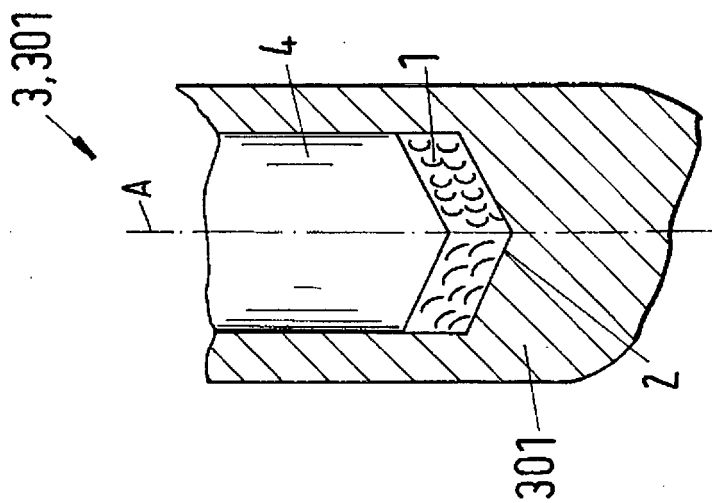


Fig. 3b

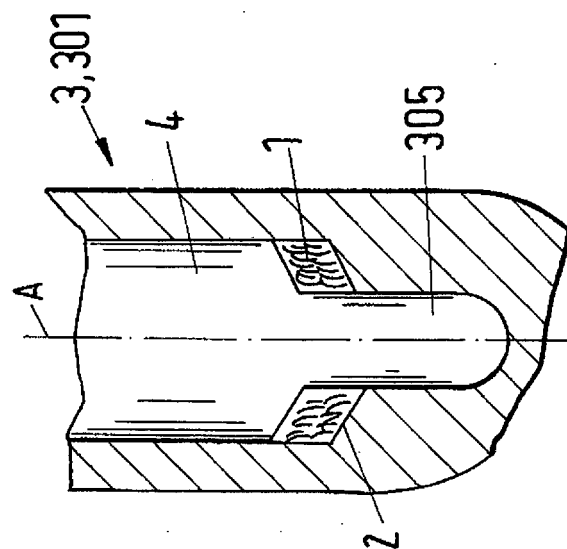


Fig. 3c

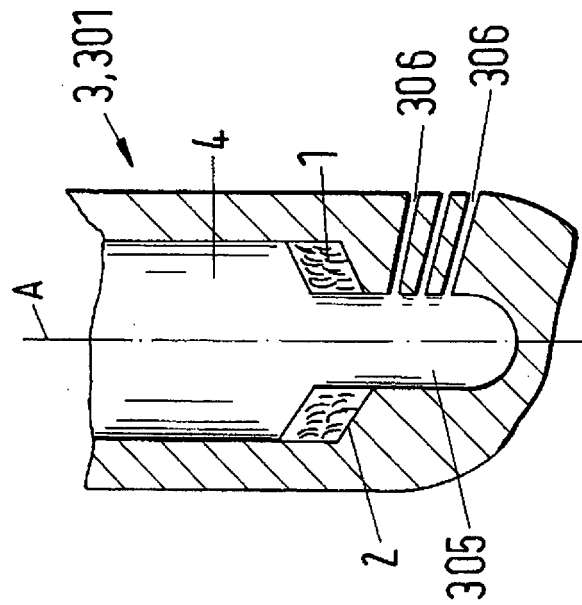


Fig. 3d

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

- EP 1353061 A [0008]
- EP 2000550 A [0009] [0010]
- WO 2007148716 A1 [0014]