



(11) **EP 1 901 894 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.11.2010 Patentblatt 2010/44

(51) Int Cl.:
B26F 3/00 ^(2006.01) **B24C 3/32** ^(2006.01)
B24C 1/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06754897.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/061888

(22) Anmeldetag: **27.04.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/136470 (28.12.2006 Gazette 2006/52)

(54) **DÜSE UND VERFAHREN ZUR BEARBEITUNG EINES INNENRAUMES EINES WERKSTÜCKS**
NOZZLE AND METHOD FOR TREATING AN INTERIOR OF A WORKPIECE
TUYERE ET PROCEDE POUR FAÇONNER UNE CAVITE INTERIEURE DANS UNE PIECE
D'USINAGE

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

(30) Priorität: **20.06.2005 DE 102005028710**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.03.2008 Patentblatt 2008/13

(73) Patentinhaber: **Hammelmann Maschinenfabrik
GmbH
59302 Oelde (DE)**

(72) Erfinder:
• **GÖRING, Alwin
48691 Vreden (DE)**

• **JARCHAU, Michael
59302 Oelde (DE)**
• **KRAUTWURST, Dominic
91126 Schwabach (DE)**
• **BURGER, Walter
91560 Heilsbronn (DE)**

(74) Vertreter: **Dantz, Jan Henning et al
Loesenbeck - Stracke - Specht - Dantz
Patentanwälte Rechtsanwälte
Am Zwinger 2
33602 Bielefeld (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 507 923 DE-C- 968 508
US-A1- 2004 089 450 US-B1- 6 564 868

EP 1 901 894 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Düse entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Bearbeitung eines Innenraumes eines Werkstücks.

[0002] Die Forderung nach einer Miniaturisierung, Erhöhung der Leistungsdichte und Gewichtseinsparung verändert die konstruktive Gestaltung vieler Werkstücke, insbesondere von Maschinenbauteilen sowie die Methoden zu deren Fertigung.

[0003] So werden beispielsweise Bohrungen und Strömungskanäle in Serienkomponenten für Einspritzsysteme von Motoren immer kleiner und die verwendeten Werkstoffe aufgrund der hohen Anforderungen immer fester.

[0004] Bei einer spanenden Fertigung solcher Teile entstehen in jedem Fall Grate an Verschneidungen von Bohrungen und an Absätzen, die für mechanische Entgratwerkzeuge nicht zugänglich sind. Späne, kleine Partikel und Schmutzreste verbleiben im Werkstück und sind mit herkömmlichen Methoden nicht oder nur unzureichend zu entfernen. Gleichzeitig steigen jedoch die Anforderungen an die Sauberkeit und an eine definierte Oberflächenqualität, um die Zuverlässigkeit der Bauteile im Betrieb über den gesamten Produktlebenszyklus gewährleisten zu können.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind Verfahren zum Reinigen und Entgraten bekannt, bei denen mit Hilfe von Düsen, die sich außerhalb des Werkstücks befinden, Flüssigkeitsstrahlen erzeugt werden, die in die Bohrungen und Öffnungen hineinstrahlen. Das unter hohem Druck aus Düsenkanälen austretende fluide Medium, vorzugsweise Wasser oder Emulsionen, soll aufgrund der hohen kinetischen Energie des Mediums Schmutz und Grate an der inneren Oberfläche der Bohrungen und Öffnungen lösen.

[0006] Bei einem anderen Verfahren kommen abrasiv wirkende Partikel, wie z. B. Korund, in Verbindung mit dem Medium zum Einsatz, wobei eine wirksame hohe Geschwindigkeit des austretenden Flüssigkeitsstrahls durch eine vorausgegangene Hochdruckentspannung erreicht wird.

[0007] Im Werkstück werden diese Teilchen durch Prallstücke umgelenkt, so dass sie auf den zu behandelnden Oberflächenbereich treffen und dort wirksam werden.

[0008] Die bekannten Verfahren weisen allesamt gravierende Nachteile auf, die den geforderten Ansprüchen an die Qualität der Bearbeitung nicht im gewünschten Umfang gerecht werden.

[0009] Darüber hinaus ist die Wirkung der außerhalb des Werkstückes zum Einsatz kommenden Düsen unbefriedigend, da zum einen eine schlechte Energieumsetzung durch den großen Abstand zwischen der Düse und der zu bearbeitenden Oberfläche und zum anderen eine Störung der Hochdruckstrahlen durch die abfließende Flüssigkeit gegeben ist.

[0010] Weiter behindern Dämpfungseffekte durch Wasserpolster den Bearbeitungsprozess ebenso wie die Tatsache, dass kritische Zonen nicht direkt angestrahlt werden können. So können beispielsweise nur Flatter- und Flimmergrate in größeren Bohrungen sicher entfernt werden. Die Entfernung von Wurzelgraten ist aufgrund der schlechten Energieumsetzung praktisch gar nicht möglich.

[0011] Der genannte Einsatz von abrasiv wirkenden Partikeln führt zu einem Verschleiß der einzusetzenden Prallstücke, deren Handhabung überdies relativ kompliziert ist und einer rationellen Fertigung entgegensteht.

[0012] Darüber hinaus kommt es durch die Abrasivteilchen häufig zu Verschmutzungen und Verstopfungen, so dass sich insgesamt hohe Betriebskosten ergeben.

[0013] Die bekannten Möglichkeiten der Bearbeitung eines Innenraumes eines Werkstückes werden den Anforderungen an eine Serienfertigung nicht gerecht.

[0014] Aus der DE 968 508 C ist eine Sandstrahlmaschine mit einem Sandstrahlkopf bekannt, mit dem durch ein Sand-Luft-Gemisch die Innenwandungen von Behältern gereinigt werden sollen. Dabei weist dieser Sandstrahlkopf eine zentrale Zuführung für das Sand-Luft-Gemisch auf, die endseitig in zwei Abzweigungen übergeht, von denen eine, bezogen auf die Einstromrichtung des Sand-Luft-Gemischs unter einem spitzen Winkel verläuft, während die andere stumpfwinklig dazu angeordnet ist.

[0015] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Düse und ein Verfahren der gattungsgemäßen Art so weiter zu entwickeln, dass eine den Anforderungen gerecht werdende Bearbeitung möglich ist, bei gleichzeitig verbesserter Standzeit der Düse.

[0016] Diese Aufgabe wird durch eine Düse mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0017] In Kombination mit der neuen Düse gelingt es durch das neue Verfahren, die kinetische Energie optimal in den Bereich zu bringen, wo sie wirksam die Oberfläche in der gewünschten Weise verändert.

[0018] Dies kann eine gezielte Aufräufung, beispielsweise zur Vorbereitung für eine Beschichtung sein, eine Beseitigung von stark anhaftendem Schmutz oder Belag oder die Entfernung eines fest und umlaufend mit einer Entgratkontur verbundenen Wurzelgrates. Da dies, wie erwähnt, bislang sinnvoller Weise nicht möglich ist, hat die Erfindung eine große Bedeutung im Fertigungsprozess von Einspritzkomponenten für die Automobilindustrie.

[0019] Erfindungsgemäß weist die neue Düse mindestens einen Düsenkanal, vorzugsweise jedoch mindestens zwei Düsenkanäle auf, sich gegenüberliegend, vom bodenseitigen Endbereich der Zuführbohrung unter einem Winkel $\leq 90^\circ$ zur Zuführbohrung in Einstromrichtung erstrecken. Dabei ist der Boden der Zuführbohrung teilweise erhaben ausgebildet, wodurch sich der Übergangsbereich zum Düsenkanal verengt.

[0020] Durch die Querschnittsverengung wird das Me-

dium so gerührt, dass eine Kavitation innerhalb des Düsenkanals und Erosionsverschleiß am Austritt des Düsenkanals weitgehend vermieden wird. Dadurch wird erreicht, dass der austretende Flüssigkeitsstrahl seine Form und Richtung stabil beibehält. Wie sich überraschend gezeigt hat, erhöht sich die Standzeit einer solchen Düse in signifikanter Weise, so dass sie gegenüber dem Stand der Technik einen bemerkenswerten Fortschritt darstellt.

[0021] Die erhabene Ausbildung des Bodens der Zuführbohrung kann mannigfaltig ausgebildet sein. Die Erhebung ist zentrisch ausgebildet.

[0022] Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0024] Es zeigen:

- | | |
|-----------------|--|
| Figuren 1 und 2 | jeweils eine erfindungsgemäße Düse in unterschiedlichen Bearbeitungsfällen, in einer geschnittenen Seitenansicht |
| Figur 3 | verschiedene Ausführungsbeispiele der Düse, gleichfalls in geschnittenen Seitenansichten |
| Figur 4 | eine Düse in einer weiteren Funktionsstellung in einer geschnittenen Seitenansicht |
| Figuren 5 und 6 | eine montierte Düse, jeweils in einem Längsschnitt |

[0025] In den Figuren ist eine insgesamt mit den Bezugszeichen 3 versehene Düse dargestellt, mit der ein Innenraum 1, 2 eines Werkstücks bearbeitet werden kann.

[0026] Die in den Ausführungsbeispielen gezeigte Düse 3 weist zwei sich gegenüberliegende Düsenkanäle 4 auf, aus denen ein über die zentrische Zuführbohrung 5 geführtes, unter hohem Druck stehendes fluides Medium austritt.

[0027] Die Düsenkanäle 4 erstrecken sich dabei, ausgehend vom bodenseitigen Endbereich der als Sackloch ausgebildeten Zuführbohrung 5 unter einem Winkel $\alpha < 90^\circ$ zur Zuführbohrung 5 in Einstromrichtung 14.

[0028] Der Boden der Zuführbohrung 5 weist eine Erhebung auf, die bei dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Beispiel mit den Bezugszeichen 6 versehen ist. Diese Erhebung 6, die bei den in der Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel sphärisch 20, glockenförmig 21, kegelförmig 22, kegeltumpfförmig 23 und zylinderförmig 24 ausgebildet ist, verengt den Übergangsbereich zu den Düsenkanälen 4.

[0029] In der Figur 1 mündet der Innenraum 1 in den Innenraum 2, wobei sich bei der Fertigung im Bereich

der gemeinsamen Kante 10, 11 ein Wurzelgrat herausbildet, der durch den aus den Düsenkanälen 4 austretenden Flüssigkeitsstrahl beseitigt wird.

[0030] Dabei setzt eine nicht dargestellte Pumpe das flüssige Medium, üblicherweise Wasser oder eine Emulsion, unter einen Druck von 400 bis 4000 bar, vorzugsweise 1500 bis 2500 bar. Eine Entspannung des Drucks erfolgt in den Düsenkanälen 4 unter Umwandlung der potentiellen in kinetische Energie. Der Flüssigkeitsstrahl trifft mit hoher Geschwindigkeit auf die Kanten 10, 11 bzw. den dort vorhandenen Wurzelgrat und trägt diesen ab, bis die gewünschte Kantenform erzielt ist.

[0031] Durch die spitzwinklige Strömungsführung in Verbindung mit der Verengung des Übergangsbereichs zu den Düsenkanälen wird erreicht, dass sich Verschleißzonen 19 innerhalb der Düsenkanäle und am Kanalausstritt nicht oder nur sehr langsam ausbilden. Der Winkel α_1 , und α_2 , unter dem die Düsenkanäle 4 verlaufen, ist in den Figuren 1 und 2 mit den Bezugszeichen 7 und 8 versehen.

[0032] In der Figur 2 ist der Einsatz der Düse zur Oberflächenbearbeitung des Innenraumes 1 gezeigt.

[0033] Die Anordnung bzw. Erstreckung der Düsenkanäle 4 entspricht der in der Figur 1 gezeigten.

[0034] Durch die spitzen Kanalwinkel 7, 8 wird neben der Unterdrückung des Verschleißes in den Zonen 19 eine günstige Rückströmung 13 des abfließenden Fluids erzielt.

[0035] Dabei bildet sich kein Puffer zwischen dem Flüssigkeitsstrahl und der zu bearbeitenden Oberfläche 12 des Innenraumes 1, so dass Rückstände sicher ausgespült werden.

[0036] Die Form und genaue Lage der Ausführungsvarianten der Erhebungen 6 und 20 bis 24 sind abhängig von den Parametern Mediumdruck, Volumenstrom, Durchmesser der Zuführbohrung 5 und der Anzahl und den Durchmessern der Düsenkanäle 4.

[0037] In der Figur 4 ist der Übergang von dem im Querschnitt kleineren Innenraum 1 in den im Querschnitt größeren Innenraum 2 dargestellt. Optimale Ergebnisse in Hinsicht auf die Qualität und Bearbeitungszeit bei der Bearbeitung der Kante 11 zum Entfernen eines Wurzelgrates werden erzielt, wenn der Flüssigkeitsstrahl die Düsenkanäle 4 unter einem Winkel α verlässt, der einem halben Winkel β (Bezugszeichen 18) entspricht. Verändert sich die Kante 11 über die Länge, so sollte der optimale Winkel α dem arithmetischen Mittelwert aus dem maximalen und minimalen Kantenwinkel β 18 entsprechen.

[0038] In den Figuren 5 und 6 ist erkennbar, dass die Düse 3 als Lanzendüse ausgebildet ist, die auf ihrer den Düsenkanälen 4 abgewandten Seite ein Bündchen 25 aufweist, das in einer Lageröffnung 17 eines Düsenhalters 15 einliegt.

[0039] Das Bündchen 25 liegt mit seiner Unterseite auf einer Dichtung 16 auf, die am Grund der Lageröffnung 17 positioniert ist.

[0040] Baut sich ein hydraulischer Druck auf, wirkt die-

ser auf das Bündchen 25 und die Dichtung 16. Dadurch wird selbsttätig eine Dichtungspressung erzielt, die dem Verhältnis aus der Kreisfläche des Bündchens 25 zur Ringfläche der Dichtung 16, multipliziert mit dem aufgebrachtten Druck entspricht.

[0041] Die Düse 3 wird somit nicht durch eine extern aufgebraute Vorspannkraft vorgespannt, was für die Ausrichtung der Düse 3 und damit für die Genauigkeit des Verfahrens ungünstig sein könnte.

[0042] Da die Düse 3 entgegen der Einströmrichtung 14 axial bewegbar ist, besteht für die Düse 3 im drucklosen Zustand ein Kollisionsschutz, sollte die Düse beim Einfahren auf ein Hindernis stoßen oder falsch positioniert sein.

[0043] Wie die Figur 6 verdeutlicht, kann die Düse 3 durch einen Drehantrieb in eine Rotationsbewegung versetzt und mit Drehzahlen im Bereich von 50 bis 3000 min⁻¹, vorzugsweise 200 bis 1500 min⁻¹ betrieben werden, je nach Aufgabenstellung und dem zu bearbeitenden Material. Durch einen Roboter kann die Düse 3 eine Schwenkbewegung um die Längsachse und/oder oszillierende Hubbewegung ausführen.

[0044] Bei sich kreuzenden Innenräumen 1, 2 und bei sich schneidenden Kanten 10, 11 wird die Düse 3 zum Entgraten in den jeweils kleineren Innenraum 1 eingeführt, dessen kleinster Durchmesser im Bereich von 1 bis 30 mm, vorzugsweise im Bereich von 2 bis 10 mm liegt.

Bezugszeichenliste

[0045]

1	Innenraum
2	Innenraum
3	Düse
4	Düsenkanal
5	Zuführbohrung
6	Erhebung
7	Kanalwinkel
8	Kanalwinkel
9	Übergangsbereich
10	Kante
11	Kante
12	Innenraum
13	Rückströmung
14	Einströmrichtung
15	Düsenhalter
16	Dichtung
17	Lageröffnung
18	Winkel 18
19	Verschleißzone
20	sphärische Erhebung
21	glockenförmige Erhebung
22	kegelförmige Erhebung
23	kegelstumpfförmige Erhebung
24	zylinderförmige Erhebung
25	Bündchen

Patentansprüche

1. Düse zur Bearbeitung eines insbesondere mechanisch bearbeiteten Innenraumes (1, 2) eines Werkstücks mittels eines aus mindestens einem Düsenkanal (4) austretenden, unter hohem Druck stehenden fluiden Mediums als Flüssigkeitsstrahl, wobei der Düsenkanal (4) von einer im Sinne eines Sacklochs ausgebildeten zentrischen Zuführbohrung (5) abzweigt, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Düsenkanal (4), ausgehend vom bodenseitigen Endbereich der zentrischen Zuführbohrung (5) unter einem Winkel $\leq 90^\circ$ zur Zuführbohrung (5) in Einströmrichtung eistreckt, wobei der Boden der Zuführbohrung mit einer zentrisch angeordneten Erhebung (6) versehen ist und dabei den Übergangsbereich zum Düsenkanal (4) verengt.
2. Düse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erhebung (6) sphärisch (20), glockenförmig (21), kegelförmig (22), kegelstumpfförmig (23) oder zylinderförmig (24) ist.
3. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Düsenkanäle (4) sich gegenüberliegend vorgesehen sind.
4. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse als Düsenlanze ausgebildet ist, die in einem Düsenhalter (15) gelagert ist.
5. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse an ihrem dem Düsenkanal (4) abgewandten Ende ein Bündchen (25) aufweist, das in einer Lageröffnung (17) des Düsenhalters (15) einliegt.
6. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Bündchen (25) und dem Grund der Lageröffnung (17) eine Dichtung (16) angeordnet ist.
7. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (3) in dem Düsenhalter (15) axial bewegbar gelagert ist.
8. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (3) gemeinsam mit dem Düsenhalter (15) drehbar, um ihre Längsachse schwenkbar und/oder in axialer Richtung oszillierend bewegbar ist.
9. Verfahren zur Bearbeitung eines insbesondere mechanisch bearbeiteten Innenraumes eines Werkstücks mittels einer Düse mit den Merkmalen des Anspruchs 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (3) in den zu bearbeitenden Innenraum (1, 2)

geführt und die zu bearbeitende Stelle direkt mit dem austretenden fluiden Medium beaufschlagt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der an der Kante (10, 11) zwischen zwei Innenräumen (1, 2) gebildete Grat direkt mit dem aus dem Düsenkanal (4) austretenden fluiden Medium beaufschlagt wird. 5
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des Innenraumes (1, 2) direkt mit dem aus dem Düsenkanal (4) austretenden fluiden Medium beaufschlagt wird. 10
12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Beaufschlagung des an der Kante (10, 11) gebildeten Grates das fluide Medium unter einem Winkel auf den Grat auftrifft, der der im Radialschnitt winkelhalbierenden der gebildeten Kante (10, 11) entspricht. 15 20
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem räumlich veränderten Winkel der Kante (10, 11) die Richtung des fluiden Mediums dem Mittelwert der im Radialschnitt maximalen und minimalen Winkel der winkelhalbierenden der Kante (10, 11) entspricht. 25
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (3) in Funktionsstellung durch den hydraulischen Druck selbsttätig auf eine Dichtung (16) in einem Düsenhalter (15) gepresst wird. 30
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des zugeführten fluiden Mediums 400 bis 4000 bar, vorzugsweise 1500 bis 2500 bar beträgt. 35
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (3) mit einer Drehzahl von 50 bis 3000 min⁻¹, vorzugsweise 200 bis 1500 min⁻¹ rotiert. 40

Claims

1. Nozzle for treating an in particular mechanically treated interior (1, 2) of a workpiece by means of a fluid medium which discharges from at least one nozzle passage (4) and is under high pressure, as liquid jet, the nozzle passage (4) branching off from a central feed bore (5) designed like a blind hole, **characterized in that** the nozzle passage (4), starting from the bottom end region of the central feed bore (5), extends at an angle $\leq 90^\circ$ to the feed bore (5) in the inflow direction, the bottom of the feed bore being provided with a centrally arranged prominence (6) 50 55

and in the process constricting the transition region to the nozzle passage (4).

2. Nozzle according to Claim 1, **characterized in that** the prominence (6) is spherical (20), bell-shaped (21), conical (22), frustoconical (23) or cylindrical (24).
3. Nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that** two nozzle passages (4) are provided opposite one another.
4. Nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle is designed as a lance nozzle which is mounted in a nozzle holder (15).
5. Nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle has a collar (25) at its end remote from the nozzle passage (4), said collar (25) resting in a bearing opening (17) of the nozzle holder (15).
6. Nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that** a seal (16) is arranged between the collar (25) and the base of the bearing opening (17).
7. Nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle (3) is mounted in the nozzle holder (15) in an axially movable manner.
8. Nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that** the nozzle (3) is rotatable together with the nozzle holder (15), can be swiveled about its longitudinal axis and/or is movable in an oscillating manner in the axial direction.
9. Method for treating an in particular mechanically treated interior of a workpiece by means of a nozzle having the features of Claim 1, **characterized in that** the nozzle (3) is directed into the interior (1, 2) to be treated, and the discharging fluid medium is admitted directly to the location to be treated.
10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the fluid medium discharging from the nozzle passage (4) is admitted directly to the burr formed at the edge (10, 11) between two interiors (1, 2).
11. Method according to Claim 9 or 10, **characterized in that** the fluid medium discharging from the nozzle passage (4) is admitted directly to the surface of the interior (1, 2).
12. Method according to Claim 10, **characterized in that**, when the burr formed at the edge (10, 11) is acted upon, the fluid medium strikes the burr at an

angle which corresponds to the angle bisector, in radial section, of the formed edge (10, 11).

13. Method according to Claim 12, **characterized in that**, in the case of a spatially altered angle of the edge (10, 11), the direction of the fluid medium corresponds to the mean of the maximum and minimum angles, in radial section, of the angle bisector of the edge (10, 11).
14. Method according to one of Claims 9 to 13, **characterized in that** the nozzle (3), in the functional position, is pressed automatically onto a seal (16) in a nozzle holder (15) by the hydraulic pressure.
15. Method according to one of Claims 9 to 14, **characterized in that** the pressure of the fed fluid medium is 400 to 4000 bar, preferably 1500 to 2500 bar.
16. Method according to one of Claims 9 to 15, **characterized in that** the nozzle (3) rotates at a speed of 50 to 3000 rev/min, preferably 200 to 1500 rev/min.

Revendications

1. Tuyère pour façonner une cavité intérieure (1, 2) d'une pièce usinée en particulier mécaniquement à l'aide d'un produit fluide sous haute pression, sortant d'au moins un canal de tuyère (4) sous la forme d'un jet liquide, le canal de tuyère (4) dérivant d'un perçage d'alimentation (5) central réalisé au sens d'un trou borgne, **caractérisée en ce que** le canal de tuyère (4) s'étend en partant de la zone d'extrémité côté fond du perçage d'alimentation central (5) selon un angle $\leq 90^\circ$ par rapport au perçage d'alimentation (5) dans le sens d'afflux, le fond du perçage d'alimentation étant pourvu d'une surélévation (6) disposée centralement et rétrécissant la zone de transition avec le canal de tuyère.
2. Tuyère selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la surélévation (6) est sphérique (20), en forme de cloche (21), conique (22), tronconique (23) ou cylindrique (24).
3. Tuyère selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** deux canaux de tuyère (4) sont prévus face à face.
4. Tuyère selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la tuyère est réalisée comme une lance de tuyère qui est logée dans un porte-tuyère (15).
5. Tuyère selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la tuyère présente sur son extrémité éloignée du canal de tuyère

(4), un petit collet (25) qui se trouve dans une ouverture de palier (17) du porte-tuyère (5).

6. Tuyère selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**une garniture (16) est disposée entre le petit collet (25) et le fond de l'ouverture de palier (17).
7. Tuyère selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la tuyère (3) est logée de manière axialement mobile dans le porte-tuyère (15).
8. Tuyère selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la tuyère (3) conjointement avec le porte-tuyère (15) est mobile de manière à pouvoir tourner, pivoter autour de son axe longitudinal et/ou osciller dans le sens axial.
9. Procédé pour façonner une cavité intérieure d'une pièce usinée en particulier mécaniquement à l'aide d'une tuyère présentant les caractéristiques de la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tuyère (3) est guidée dans la cavité intérieure à façonner (1, 2) et l'endroit à façonner est directement alimenté par le produit fluide sortant.
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la bavure formée sur l'arête (10, 11) entre deux cavités intérieures (1, 2) est directement alimentée par le produit fluide sortant du canal de tuyère (4).
11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** la surface de la cavité intérieure (1, 2) est directement alimentée par le produit fluide sortant du canal de tuyère (4).
12. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** lors de l'alimentation de la bavure formée sur l'arête (10, 11), le produit fluide rencontre la bavure selon un angle qui correspond à la bissectrice en coupe radiale de l'arête formée (10, 11).
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** pour un angle de l'arête (10, 11) modifié dans l'espace, la direction du produit fluide correspond à la valeur moyenne de l'angle maximal et minimal en coupe radiale de la bissectrice de l'arête (10, 11).
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** la tuyère (3) est automatiquement pressée en position fonctionnelle par la pression hydraulique sur une garniture (16) dans un porte-tuyère (15).
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** la pression du produit

fluidique amené est comprise entre 400 et 4 000 bars, de préférence entre 1 500 et 2 500 bars.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 15, **caractérisé en ce que** la tuyère (3) tourne à une vitesse de rotation de 50 à 3 000 min⁻¹, de préférence de 200 à 1 500 min⁻¹.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

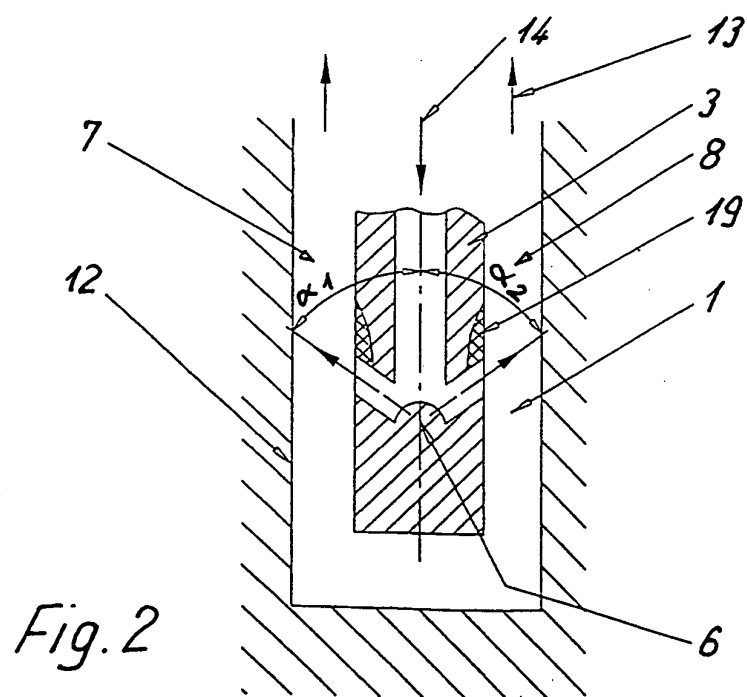
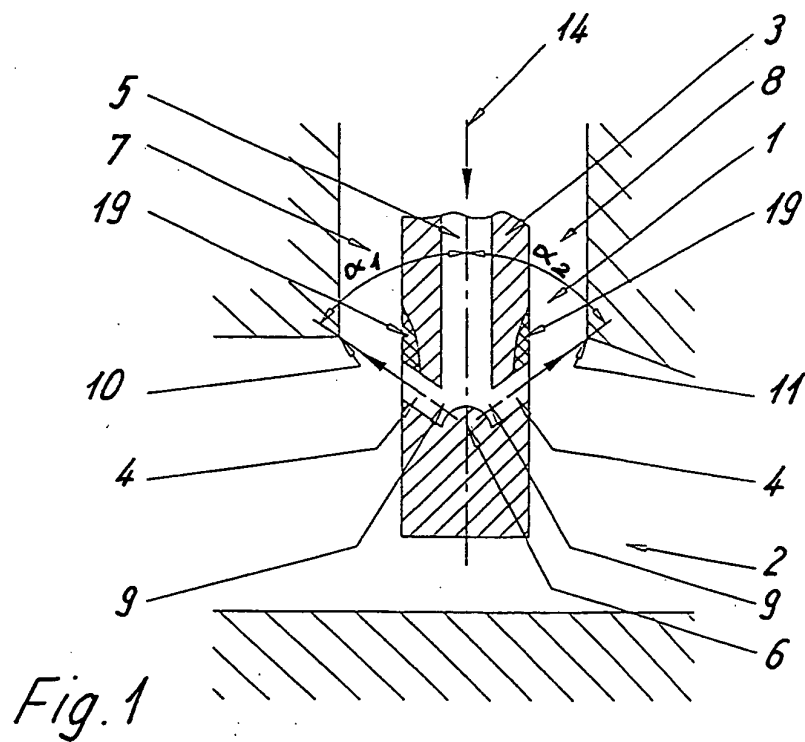
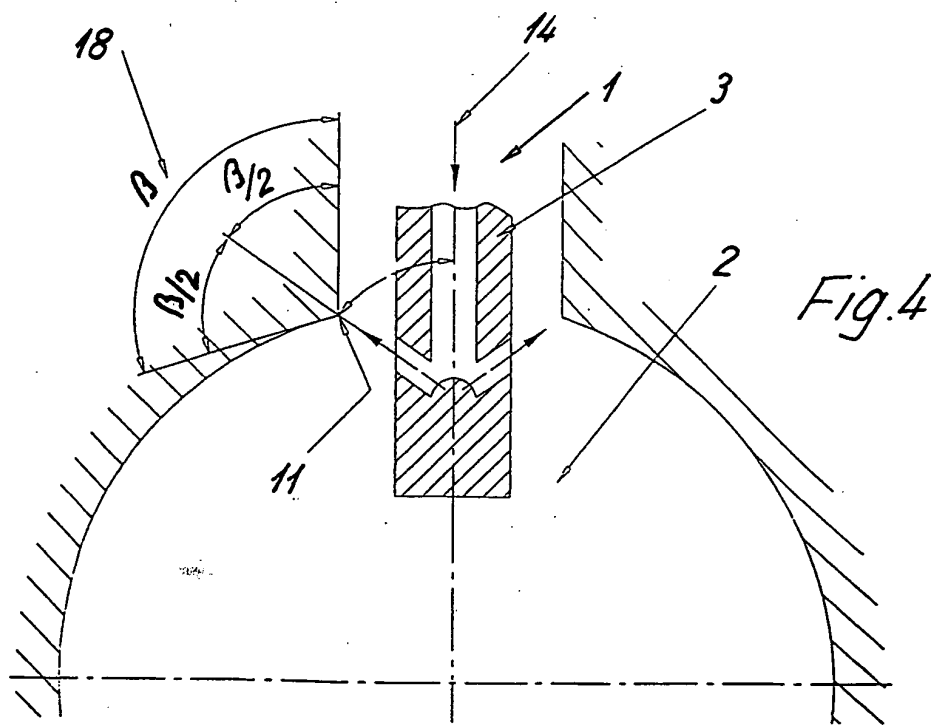
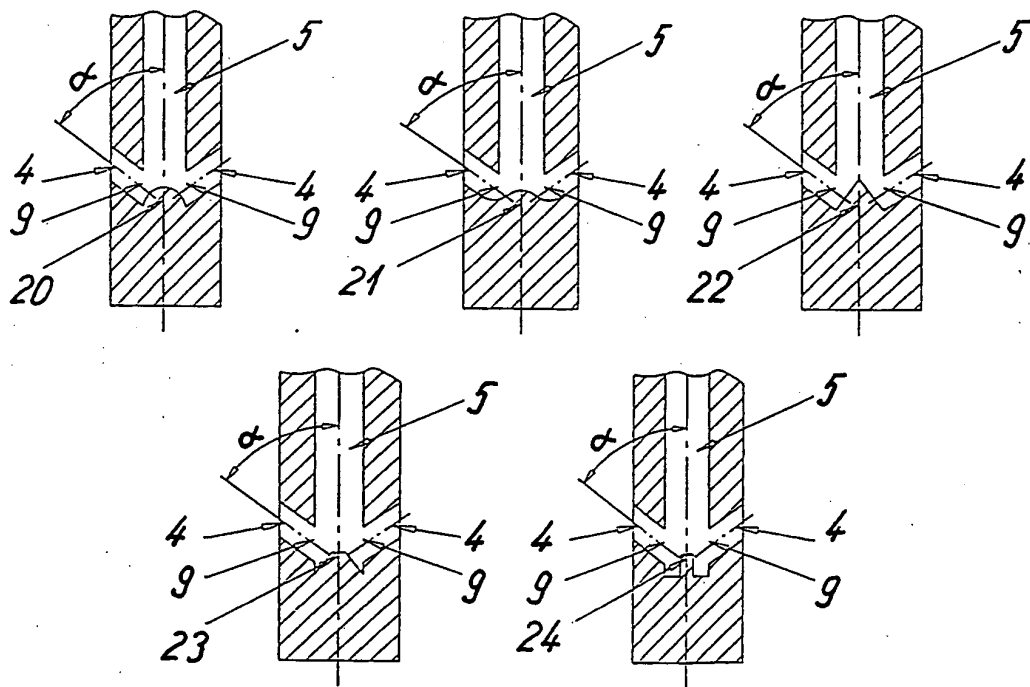


Fig. 3



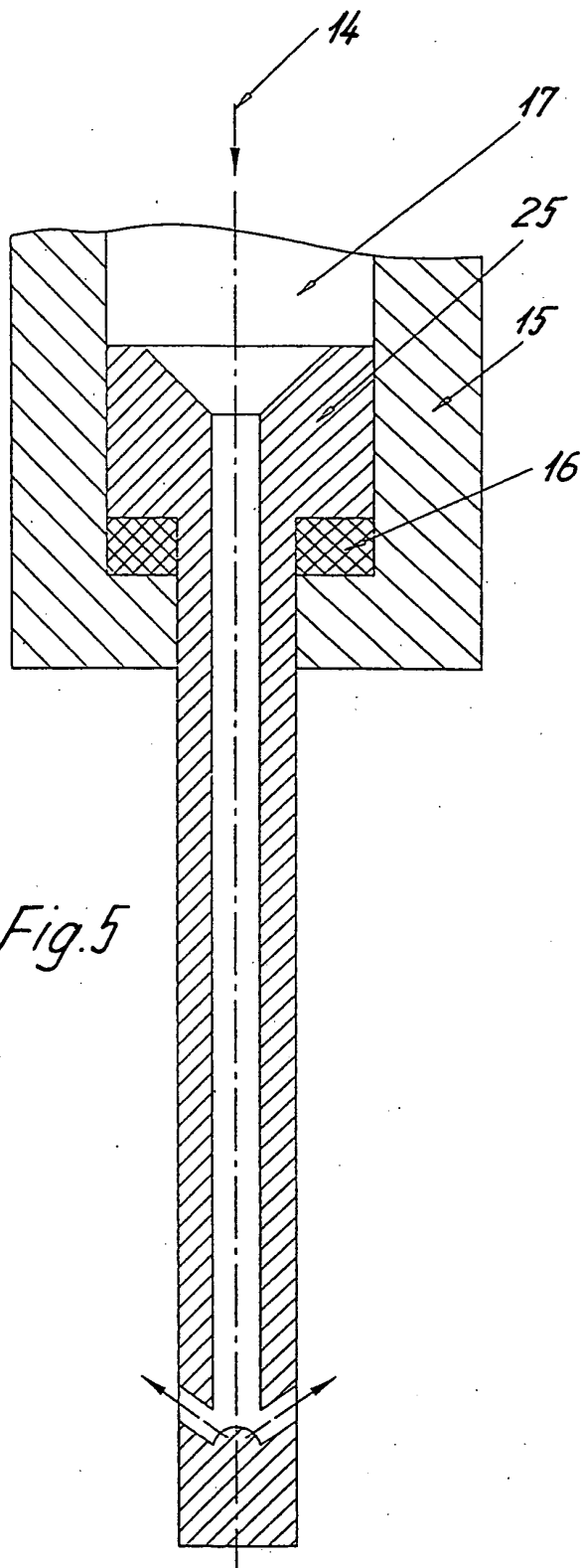


Fig. 5

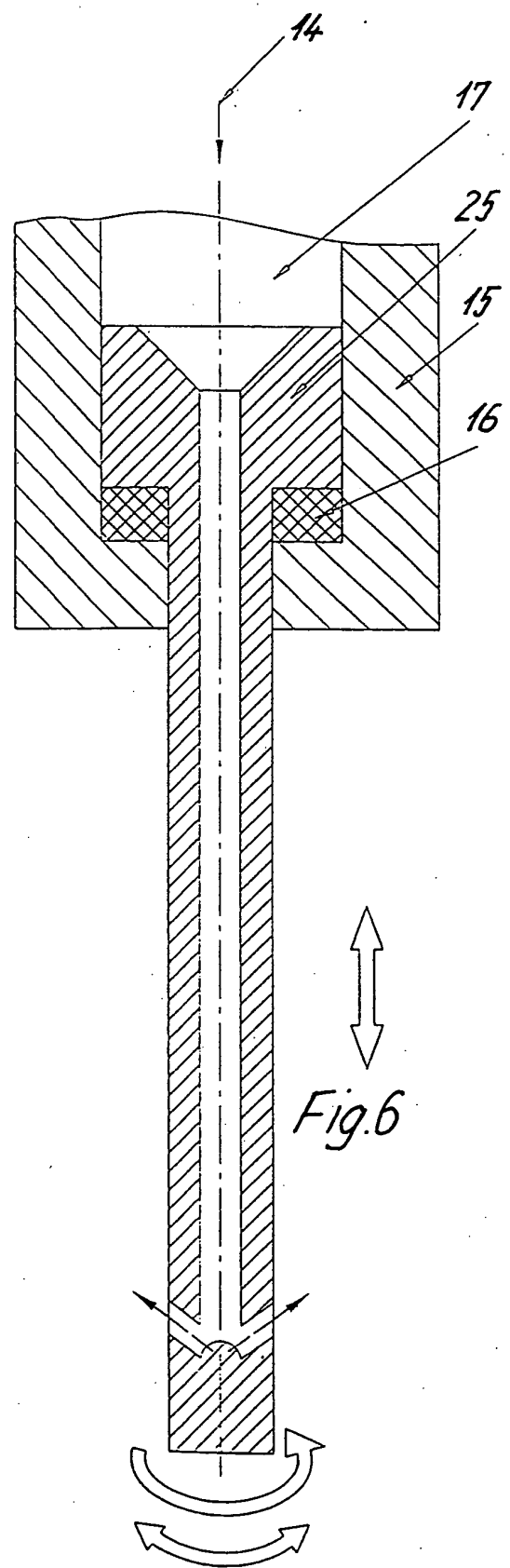


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 968508 C [0014]