

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Februar 2006 (23.02.2006)

PCT

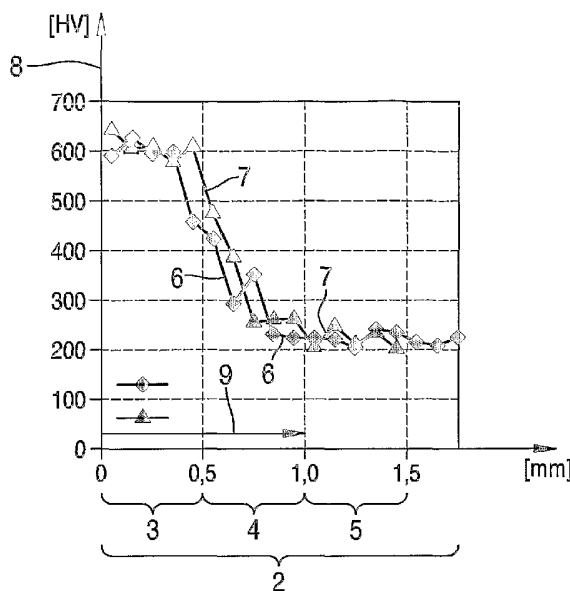
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/018348 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C21D 6/04**, C23C 8/26
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/053150
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
1. Juli 2005 (01.07.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 039 926.3 18. August 2004 (18.08.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LIPPMANN, Nils** [BR/BR]; Caixa Postal 30 14, 81450 Curitiba (BR).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A TEMPERATURE-RESISTANT AND ANTICORROSION FUEL INJECTOR BODY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES TEMPERATUR- UND KORROSIONSBESTÄNDIGEN KRAFTSTOFFINJEKTORKÖRPERS



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing components for fuel injectors from a ferritic or martensitic, rust-resistant material. The inventive method comprises the following steps: first, once the component has been previously softened, it is subjected to a treatment in a N<sub>2</sub> atmosphere at a treatment temperature of between 1000 °C and 1150°; said component is then chilled from the treatment temperature to room temperature, and is deep-frozen once it has reached room temperature; and once the component has been deep-frozen, it is annealed at average annealing temperatures.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/018348 A1



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

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

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Kraftstoffinjektoren aus einem ferritischen oder martensitischen, rostbeständigen, rostbeständigen werstoff. Es werden nachfolgende Verfahrensschritte durchlaufen: Zunächst wird das Bauteil im weich vorbearbeiteten Zustand einer Behandlung in N<sub>2</sub>-Atmosphäre bei einer Behandlungstemperatur zwischen 1000°C und 1150° unterzogen. Das Bauteil wird anschliessend von Behandlungstemperatur auf Raumtemperatur abgeschreckt und nach Abschrecken des Bauteils auf Raumtemperatur erfolgt ein Tiefkühlen des Bauteils. Nach dem Tiefkühlen des Bauteils wird dieses bei mittleren Anlasstemperaturen angelassen.

5

## Verfahren zur Herstellung eines temperatur- und korrosionsbeständigen Kraftstoffinjektorkörpers

10

### Technisches Gebiet

Kraftstoffinjektor bzw. Düsenkörper in Kraftstoffeinspritzanlagen für selbstzündende Verbrennungskraftmaschinen werden aufgrund der stetig zunehmenden Leistungsdichte immer höher thermisch beansprucht. Einerseits steigt das Druckniveau, mit welchem insbesondere Kraftstoffinjektoren von Kraftstoffeinspritzanlagen beaufschlagt werden, kontinuierlich an, andererseits wird aufgrund des beengten Einbauraums angestrebt, Kraftstoffinjektoren so zu gestalten, dass sie möglichst platzsparend eingebaut werden, d.h. die Kraftstoffinjektoren bauen immer kleiner. Neben der thermischen Beanspruchung ist erheblich, dass der Kraftstoffinjektorkörper einer Korrosionsbeanspruchung ausgesetzt sind. Aus der hohen thermischen Beanspruchung sowie der Beanspruchung durch Korrosionserscheinungen der Kraftstoffinjektorkörper resultieren Ausfälle, vor allem im Schaftbereich des Kraftstoffinjektorkörpers infolge Spannungsrisskorrosion.

25

### Stand der Technik

Bei derzeit ausgebildeten Kraftstoffinjektoren für Kraftstoffeinspritzsysteme für Verbrennungskraftmaschinen, seien es Hochdruckspeichereinspritzsysteme (Common Rail), seien es Pumpe-Düse-Einheiten (PDE) oder seien es Pumpe-Leitungs-Düse-Einheiten (PLDE), werden die Injektor- bzw. Düsenkörper aus einsetzgehärtetem 18CrNi8 gefertigt. Dieser Werkstoff ist bis zu einer Kuppentemperatur von 300°C einsetzbar. Bei einer sich einstellenden Kuppentemperatur von 360°C wird auf einsetzgehärtetem X40CrMoV5-1 zurückgegriffen und bei Kuppentemperaturen bis 450°C wird nitrierter X40CrMoV5-1 eingesetzt.

35

Bei den aufgezählten einsetzgehärteten Werkstoffen ist von Nachteil, dass diese entweder gar nicht oder nur geringfügig korrosionsbeständig sind. Die allenfalls nur in geringem Maße vorhandene Korrosionsbeständigkeit wird zudem durch die mit der Wärmebehandlung,

-2-

der einsatzgehärtete Werkstoffe unterzogen werden, verbundenen Chromcarbid - od er Chromnitrit-Ausscheidung nochmals herabgesetzt. Die Wärmebehandlung ist jedoch zur Herstellung einer ausreichenden Härte des Werkstoffs unumgänglich.

## 5 Darstellung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, einen Injektor- bzw. Düsenkörper aus einem korrosionsbeständigen Stahl vorzugsweise einem ferritischen oder martensitischen, rostbeständigen Stahl mit der Zusammensetzung C 0,06 – 0,4 %, Cr 11 – 25 % sowie Mo <1,5 % zu fertigen. Des weiteren können Nickel, Silizium und Mangan bis zu 1,5 % enthalten sein.

Im weich vorbearbeiteten Zustand wird ein Kraftstoffinjektor- bzw. Düsenkörper einer Aufstickbehandlung in einem Vakuumofen unterzogen, wobei folgende Behandlungsparameter erheblich sind:

15

Die Behandlungstemperatur innerhalb des Vakuumofens liegt zwischen 1000°C – 1150°C; die innerhalb des Vakuumofens herrschende Atmosphäre ist eine Stickstoffatmosphäre mit einem Druck zwischen 0,1 – 2 bar, wobei die Dauer der Aufstickbehandlung innerhalb des Vakuumofens zwischen 0,5 – 8 h liegen kann. Nach der Aufstickbehandlung des Kraftstoffinjektorkörpers, welcher ein nahezu endmaßgenaues Bauteil darstellt, das zur Einstellung der exakten Maße an Toleranzen lediglich noch nachzuschleifen ist, erfolgt ein Abschrecken von der Behandlungstemperatur, die zwischen 1000°C und 1150°C liegt, auf Raumtemperatur. Das Abschrecken erfolgt vorzugsweise mit Stickstoff bei einem Druck von 2 – 10 bar. Vorzugsweise sollte das Abschrecken des Injektor- bzw. des Düsenkörpers direkt von der Aufstickatmosphäre erfolgen, um eine Entstickung, d.h. eine Abnahme des Stickstoffgehalts im Randbereich des Werkstücks oder des Werkstückrohlings zu vermeiden.

Die Temperaturen, die Atmosphäre sowie die Dauer des Aufstickprozesses innerhalb des Vakuumofens hängt vom zu erreichenden Stickstoffprofil ab. Vorzugsweise werden Randstickstoffgehalte zwischen 0,3 und 0,6 % eingestellt, wobei die Aufsticktiefen, je nach Beanspruchung und Größe des Düsenkörpers zwischen 0,3 und 1,5 mm variieren. Die Aufsticktiefen hängen in erheblichem Maße von der Dauer der Aufstickbehandlung innerhalb des Vakuumofens ab.

35

Nach dem Aufsticken erfolgt ein Tiefkühlen des Werkstückes innerhalb eines Temperaturbereiches von -60°C bis -196°C, um den Restaustenit umzuwandeln. Danach erfolgen eine oder gegebenenfalls mehrere Anlassbehandlungen der Teile bei Temperaturen zwischen

400°C – 550°C, um weiteren Restaustenit abzubauen und gleichzeitig eine hohe Zähigkeit einzustellen.

Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Behandlung des Injektor- bzw. des Düsenkörpers eines Kraftstoffinjektors lässt sich eine wesentlich höhere Korrosionsbeständigkeit dieses Bauteils erreichen. Verglichen mit der Herstellung temperaturbeständiger Düsenkörper durch Vergüten und Nitrieren, kann durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren infolge kürzerer Prozesszeiten und einer weniger aufwendigen Anlagentechnik eine kostengünstige Alternative für die Herstellung temperaturbeständiger Düsenkörper liegen. Aufgrund der Werkstoffzusammensetzung lässt sich eine bessere Bearbeitbarkeit der erhaltenen Kraftstoffinjektor- bzw. Düsenkörper erzielen, im Vergleich zu durchhärtenden rostfreien Stählen, die durch hohe Kohlenstoff- bzw. hohe Stickstoffgehalte gekennzeichnet sind. Des Weiteren stellt sich im Vergleich zu diesen Stählen eine höhere mechanische Festigkeit des wie erfindungsgemäß vorgeschlagen behandelten Werkstücks ein, da infolge einer Differenz zwischen der Rand- und der Kernhärte der Kraftstoffinjektor- bzw. Düsenkörper sich Druckeigenstressungen in deren Randschicht aufbauen.

Die Kernhärte der, wie erfindungsgemäß vorgeschlagen, einer Aufstickbehandlung unterzogenen Werkstücke hängt vom Kohlenstoffgehalt des Basiswerkstoffes ab. Da die Kernhärte im Vergleich zur Randhärte nach der Aufstickbehandlung und den sich anschließenden Abschreckschritten niedriger ist, weisen die wie erfindungsgemäß vorgeschlagen behandelten Werkstücke bessere Zähigkeitseigenschaften als durchhärtende rostfreie Stähle auf, die kohlenstoff- und stickstofflegiert sind. Als weiterer Vorteil sei genannt, dass die wie erfindungsgemäß vorgeschlagen behandelten Werkstücke sich durch hohe Kavitationsbeständigkeit auszeichnen.

### Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher eingehender beschrieben.

30

Es zeigt:

Figur 1 einen Härte-/Tiefeverlauf des Werkstoffes X6Cr17 bei 1050°C, einer Behandlungsdauer von 5 h, einem N<sub>2</sub>-Druck von 1 bar, einer Tiefkühlung bei -196°C und nach einem achtstündigen Anlassen bei 420°C und

35

Figur 2 ein Gefügebild des Werkstoffes, dessen Härte-/Tiefeverlauf in Figur 1 dargestellt ist, bei den dort genannten Behandlungsparametern (ohne Anlassen).

Ausführungsvarianten

Dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahren folgend wird ein Injektorkörper bzw. ein  
5 Düsenkörper für einen Kraftstoffinjektor oder einen Düsenhaltekörper aus einem ferriti-  
schen oder martensitischen, rostbeständigen Stahl der nachfolgenden Zusammensetzung  
hergestellt. Der ferritische oder martensitische, rostbeständige Stahl enthält zwischen 0,06  
und 0,4 % Kohlenstoff, sowie Chrom zwischen 11 und 25 %, ferner Molybdän mit einem  
10 Anteil von <1,5 %. Des Weiteren kann im Stahl Nickel, Silizium und Mangan bis zu 1,5 %  
enthalten sein. Aus einem derartig beschaffenen ferritischen oder martensitischen, rostbe-  
ständigen Stahl wird ein Injektorkörper oder ein Düsenkörper hergestellt, der im weich vor-  
bearbeiteten Zustand einer Aufstickbehandlung innerhalb eines Vakuumofens mit folgenden  
Behandlungsparametern unterzogen wird:

15 Die Behandlungstemperatur, welcher der Injektorkörper bzw. der Düsenkörper des Kraft-  
stoffinjektors oder eines Düsenhaltekörpers ausgesetzt wird, liegt zwischen 1000°C und  
1150°C. Die Atmosphäre, die innerhalb des Vakuumofens herrscht und der der Düsenkör-  
per bzw. der Injektorkörper für die Dauer der Behandlungszeit ausgesetzt ist, enthält Stick-  
stoff, bei einem Druck zwischen 0,2 und 2 bar. Die erreichbaren Aufsticktiefen in den  
20 Randbereichen des Düsenkörpers bzw. Injektorkörpers hängen von der Behandlungsdauer  
des Bauteils, d.h. von der Einwirkzeit der im Vakuumofen herrschenden Stickstoffatmo-  
sphäre auf das im Vakuumofen enthaltene Bauteil ab. Die Behandlungsdauern können zwi-  
schen 0,5 h und 8 h liegen.

25 Während der Aufstickbehandlung des Injektor- bzw. des Düsenkörpers innerhalb des Vaku-  
umofens ist die Oberfläche des Injektor- oder des Düsenkörpers der innerhalb des Vakuu-  
mofens herrschenden Stickstoffatmosphäre ausgesetzt. Der Stickstoff diffundiert demnach in  
die Oberfläche des Düsenkörpers bzw. Injektorkörpers, so dass dessen Randbereich eine  
erhöhte Stickstoffkonzentration aufweist.

30 Nach dem Aufsticken des Injektor- bzw. Düsenkörpers innerhalb des Vakuumofens erfolgt  
ein Abschrecken des Bauteils von der Behandlungstemperatur, die zwischen 1000°C und  
1150°C liegt, auf Raumtemperatur, wozu vorzugsweise Stickstoff unter einem Druck zwi-  
schen 2 bis 10 bar eingesetzt wird. Dieses Abschrecken des im Vakuumofen enthaltenen  
35 Bauteils erfolgt vorzugsweise unmittelbar in der innerhalb des Vakuumofens herrschenden  
Aufstickatmosphäre, d.h. unter Präsenz von Stickstoff, um eine Randentstickung der zuvor  
eine Aufstickbehandlung unterzogenen Randbereiche des Injektorkörpers bzw. des Düsen-  
körpers zu vermeiden.

Je nachdem, welches Stickstoffprofil in den Randbereichen des Injektorkörpers bzw. des Düsenkörpers eines Kraftstoffinjektors bzw. einer Düsenhaltekombination gewünscht ist, werden die Temperaturen, die Atmosphäre sowie die Dauer der Behandlung des Aufstickprozesses gewählt. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn im Randbereich eines  
5 Düsenkörpers bzw. eines Injektorkörpers Stickstoffgehalte zwischen 0,3 % und 0,6 % eingestellt werden. Die Tiefe, d.h. die Aufsticktiefen in den Randbereichen des Injektorkörpers bzw. Düsenkörpers, können je nach Beanspruchung und Größe des Injektorkörpers und des  
10 Düsenkörpers zwischen 0,3 mm und 1,5 mm liegen. Die Aufsticktiefen, bis deren Tiefe in Bezug auf das Werkstück eine Stickstoffanreicherung erfolgt, hängen im Wesentlichen von der Beanspruchung des Bauteils, d.h. von dessen thermischer Beanspruchung, von dessen mechanischer Beanspruchung durch Druckbeaufschlagung sowie von dessen Größe ab.

Nach dem Aufstickvorgang des Injektor- bzw. Düsenkörpers innerhalb des Vakuumofens  
15 erfolgt ein Tiefkühlen des Werkstücks innerhalb eines Temperaturbereichs zwischen  $-60^{\circ}\text{C}$  bis  $-196^{\circ}\text{C}$ , um den Restaustenit umzuwandeln. Danach werden die Werkstücke bei Temperaturen zwischen  $400^{\circ}\text{C}$  bis  $550^{\circ}\text{C}$  über mehrere Stunden lang ein- oder mehrfach ange-  
lassen.

Der Darstellung gemäß Figur 1 ist als Ausführungsbeispiel der Härte-/Tiefeverlauf des  
20 Werkstoffs X6Cr17 zu entnehmen, der eine Aufstickbehandlung bei  $1050^{\circ}\text{C}$  über eine Behandlungsdauer von 5 h erfahren hat. Die Stickstoffatmosphäre innerhalb des Vakuumofens stand unter einem Druck von 1 bar. Nach dem Abschrecken des zuvor aufgestickten Werk-  
stücks erfolgte das Tiefkühlen bei einer Temperatur von  $-196^{\circ}\text{C}$  (Kurvenverlauf 6), woran  
25 sich ein Anlassen des Werkstücks über eine Zeitdauer von 8 h bei einer Anlasstemperatur von  $420^{\circ}\text{C}$  anschloss (Kurvenverlauf 7). Der Kurvenverlauf 6 zeigt die sich einstellende Härte im Oberflächenbereich des Werkstücks zum Kern hin bei einer Aufstickbehandlung  
und einem sich daran abschließenden Tiefkühlen, während der Kurvenverlauf 7 den sich  
30 einstellenden Härteverlauf von der Oberfläche des Werkstoffs zum Kern hin nach einer Aufstickbehandlung dem Tiefkühlen sowie einem Anlassen bei einer Temperatur von  $420^{\circ}\text{C}$   
über 8 h wiedergibt. Das gemäß dieser Behandlungsparameter aufgestickte Werkstück weist  
in einem Randbereich 2 eine Aufsticktiefe 9 auf, die in einen ersten Teilbereich 3 und in einen  
zweiten Teilbereich 4 aufteilbar ist. Ein dritter Teilbereich 5 stellt den Kern des Werk-  
stücks dar.

35 Innerhalb des ersten Teilbereichs 3 des Randbereichs 2, welches eine Aufsticktiefe zwischen 0 und 0,5 mm, um ein Beispiel zu nennen, entsprechen kann, liegt die Härte gemessen in Vickers-Härte 0.30, in einem Bereich von etwa 600 auf einem konstanten Niveau. Am Ü-

-6-

bergang des ersten Teilbereichs 3 zum zweiten Teilbereich 4 erfolgt ein starkes Absinken der Härte gemäß des Kurvenverlaufs 6. Innerhalb des zweiten Teilbereichs (vgl. Bezugszeichen 4 der Aufstichtiefe 9) fällt die Härte von 600 HV auf die Kernhärte. Der zweite Teilbereich 4 erstreckt sich im Randbereich 2 des Bauteils 1 zwischen 0,5 mm und 1 mm; an den  
5 zweiten Teilbereich 4 schließt sich der Teilbereich 5 an, der sich etwa von 1 mm bis 1,5 mm in Richtung auf den Kern des zu behandelnden Werkstücks erstreckt. Innerhalb des dritten Teilbereichs 5, liegt im Wesentlichen eine Vickers-Härte (HV) von etwa 200 vor, die über den dritten Teilbereich 5, der dem Kern des Bauteils 1 entspricht, gesehen, im Wesentlichen konstant bleibt.

10

Der Darstellung gemäß Figur 2 ist ein Schlibbild zu entnehmen, welches dem Wärmebehandlungszustand des in seinem Härte-/Aufstickverlauf in Figur 1 dargestellten Werkstücks entspricht.

15

Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht hervor, dass im Randbereich 2 des Werkstoffs 1 eine martensitische Mikrostruktur vorliegt, die zur dargestellten hohen Härte im Randbereich 10 des Bauteils 1 führt. Im Bereich des Härteabfalls liegen neben martensitischen Körnern auch ferritische Bereiche vor, die in der Darstellung gemäß Figur 2 weiß dargestellt sind.

20

Durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren lässt sich eine wesentlich höhere Korrosionsbeständigkeit von Injektorkörper- bzw. Düsenkörperbauteilen erreichen. Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren stelle eine kostengünstige Alternative für die  
Herstellung temperaturbeständiger Düsen- oder Injektorkörper dar im Vergleich zum Vergüten und Nitrieren von durchhärtenden rostfreien Stählen. Es weist eine wesentlich kürzere  
25 Prozessdauer auf und zeichnet sich ferner durch eine weniger aufwendige Anlagentechnik aus. Die erhaltenen Werkstücke, die die erfindungsgemäß vorgeschlagene Aufstickbehandlung sowie das Abschrecken und ein sich an dieses anschließendes Anlassen durchlaufen haben, zeichnen sich durch eine bessere Bearbeitbarkeit aus, verglichen mit durchhärtenden  
30 rostfreien Stählen, die kohlenstoff- und stickstofflegiert sein können. Die mit dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahren erhaltenen Werkstoffe weisen eine höhere mechanische Beanspruchbarkeit auf, verglichen mit den oben genannten Stählen, da infolge zwischen der Differenz der Rand und der Kernhärte (vergleiche Kurvenzug gemäß Figur 1) sich Druckeigenspannungen in der Randschicht aufbauen. Aufgrund einer niedrigeren Kernhärte  
35 im Bereich zwischen 150 und 200 HV (Härte Vickers) liegend und der im Randbereich herrschenden Härte von etwa 600 bis 700 HV (Härte Vickers) weisen die Werkstücke wesentlich bessere Zähigkeitseigenschaften auf. Die erhaltenen Werkstücke sind ferner durch eine hohe Kavitationsbeständigkeit gekennzeichnet und relativ unempfindlich gegen zusam-

-7-

menbrechende, sich im Fluid bildende Dampfblasen, welche die Werkstoffe erheblich mechanisch beanspruchen, sobald der Fluiddruck unter dessen Dampfdruck sinkt.

Bezugszeichenliste

	1	Kernwerkstoff Injektor-/Düsenkörper
	2	Randbereich
5	3	1. Teilbereich (außen liegend)
	4	2. Teilbereich
	5	3. Teilbereich (innen liegend)
	6	Werkstückbehandlung Aufsticken und Tiefkühlen
	7	Werkstückbehandlung Aufsticken, Tiefkühlen und Anlassen
10	8	Härteverlauf
	9	Aufsticktiefe
	10	Schliffbild

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Kraftstoffinjektoren aus einem ferritischen oder martensitischen, rostbeständigen Werkstoff mit nachfolgenden Verfahrensschritten:
- 5
- das Bauteil wird im weich vorbearbeiteten Zustand einer Behandlung in N<sub>2</sub>-Atmosphäre bei einer Behandlungstemperatur zwischen 1000°C und 1150°C unterzogen,
  - 10 - das Bauteil wird von Behandlungstemperatur auf Raumtemperatur abgeschreckt,
  - nach dem Abschrecken des Bauteils auf Raumtemperatur erfolgt ein Tiefkühlen des Bauteils und
  - das Bauteil wird ein- oder mehrmals bei mittleren Anlasstemperaturen angelassen.
- 15 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ferritische oder martensitische, rostbeständige Werkstoff einen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,06 % und 0,4 %, einen Chromgehalt zwischen 11 % und 25 % und einen Molybdängehalt von <1,5 % aufweist.
- 20 3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils Nickel, Silizium und/oder Mangan bis zu einem Anteil von 1,5 % enthalten sind.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlung des Bauteils in N<sub>2</sub>-Atmosphäre bei einem N<sub>2</sub>-Druck zwischen 0,2 bar bis 2 bar durchgeführt wird.
- 25
5. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abschrecken des Bauteils von Behandlungstemperatur auf Raumtemperatur mit N<sub>2</sub> bei Drücken zwischen 2 bar und 10 bar unmittelbar nach der Behandlung des Bauteils mit Behandlungstemperatur in N<sub>2</sub>-Atmosphäre erfolgt.
- 30
6. Verfahren gemäß der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Bauteilen im Randbereich (2) N<sub>2</sub>-Gehalte zwischen 0,3 % und 0,6 % und Aufsticktiefen (9) zwischen 0,3 mm und 1,5 mm erzeugt werden.
- 35
7. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil nach dem Abschrecken auf eine Temperatur zwischen -60°C und -196°C abgekühlt wird.

-10-

8. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Behandlung des Bauteils in  $N_2$ -Atmosphäre bei Behandlungstemperaturen zwischen  $1000^\circ C$  und  $1150^\circ C$  während einer Dauer zwischen 0,5 h und 8 h durchgeführt wird.
- 5 9. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlasstemperatur zwischen  $400^\circ C$  und  $550^\circ C$  gewählt wird.
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil ein- oder mehrmals angelassen wird.
- 10 11. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Randbereich (2) des Bauteils innerhalb eines ersten Teilbereichs (3) eine Vickers-Härte (HV) zwischen 800 und 600 eingestellt wird, mit einer Differenz zur im dritten Teilbereich 5, die dem Kern des Bauteils entspricht, von mindestens 100 HV.

Fig. 1

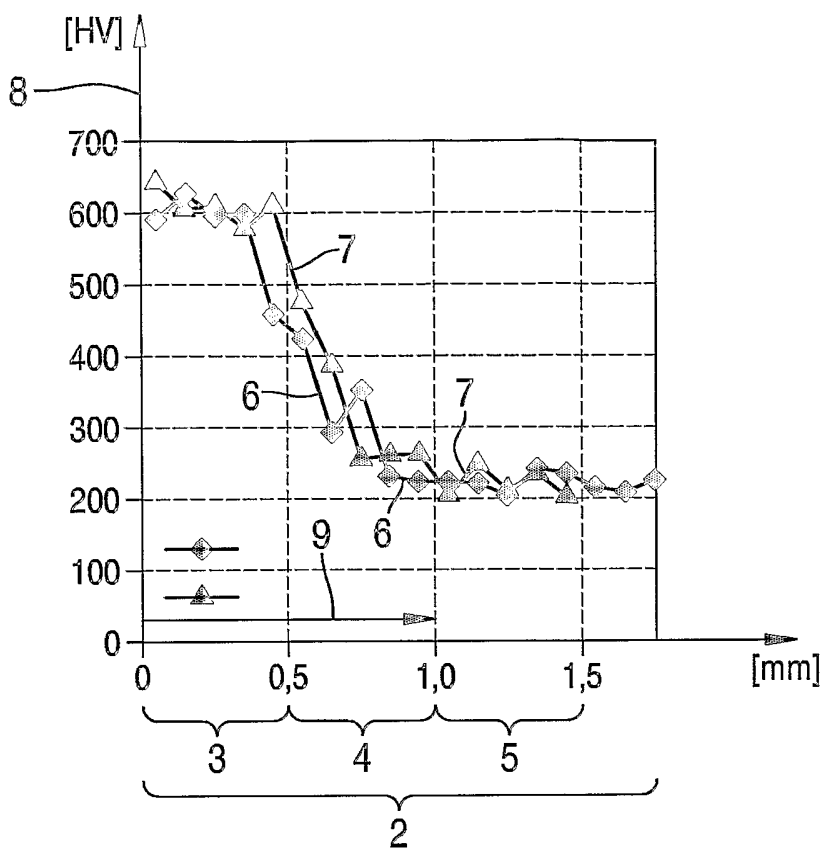
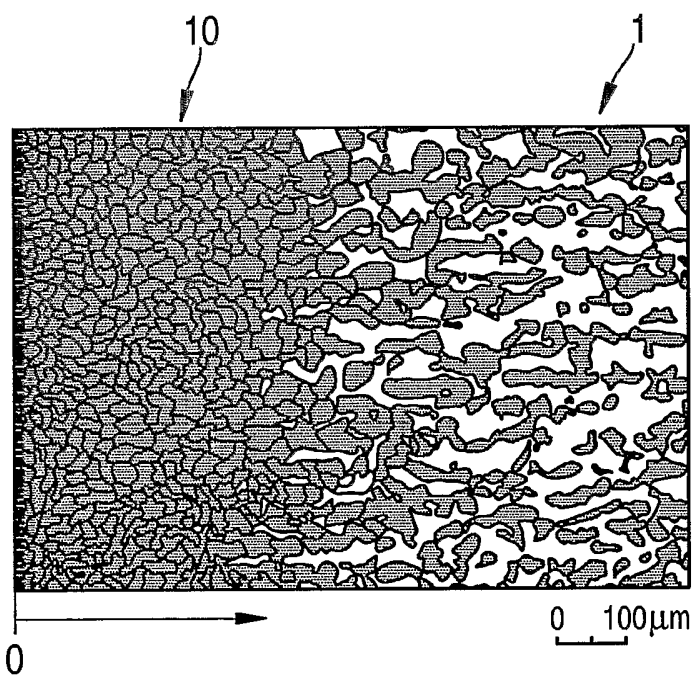


Fig. 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/053150

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 C21D6/04 C23C8/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 C21D C23C C22C F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 168 095 B1 (SEITTER MAX ET AL) 2 January 2001 (2001-01-02) column 3, lines 33-44	1-11
Y	DE 40 33 706 A1 (BERNS, HANS, PROF. DR.-ING., 4630 BOCHUM, DE) 21 February 1991 (1991-02-21) column 1, lines 34-42 - lines 51-55,66; claims 1,2,7,8,12; figures 2,4 column 2, lines 20-25; figure 4	1-11
A	US 5 503 797 A (ZOCH ET AL) 2 April 1996 (1996-04-02) column 2, lines 39-67; figures 2a,4	1-11
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 November 2005

Date of mailing of the international search report

17/11/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rischar, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/053150

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 26 833 A1 (BERNS, HANS, PROF. DR.-ING., 44797 BOCHUM, DE) 8 January 1998 (1998-01-08) the whole document -----	1-11
A	WO 03/016708 A (ROBERT BOSCH GMBH; LIEDTKE, DIETER; HOCH, ALFRED; WOLF, FRANZ) 27 February 2003 (2003-02-27) the whole document -----	1-11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP2005/053150

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6168095	B1	02-01-2001	WO 9906692 A1 11-02-1999
			DE 29713628 U1 26-11-1998
			EP 0929742 A1 21-07-1999
			JP 2001504192 T 27-03-2001
DE 4033706	A1	21-02-1991	NONE
US 5503797	A	02-04-1996	CA 2146398 A1 07-10-1995
			DE 4411795 A1 14-12-1995
			FR 2718463 A1 13-10-1995
			GB 2288188 A 11-10-1995
			IT MI950685 A1 06-10-1995
			JP 7278762 A 24-10-1995
DE 19626833	A1	08-01-1998	NONE
WO 03016708	A	27-02-2003	BR 0205866 A 21-10-2003
			CN 1464942 A 31-12-2003
			DE 10139620 A1 27-02-2003
			EP 1419314 A1 19-05-2004
			JP 2004538423 T 24-12-2004
			US 2004050456 A1 18-03-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 C21D6/04 C23C8/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 C21D C23C C22C F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 168 095 B1 (SEITTER MAX ET AL) 2. Januar 2001 (2001-01-02) Spalte 3, Zeilen 33-44	1-11
Y	DE 40 33 706 A1 (BERNS, HANS, PROF. DR.-ING., 4630 BOCHUM, DE) 21. Februar 1991 (1991-02-21) Spalte 1, Zeilen 34-42 - Zeilen 51-55,66; Ansprüche 1,2,7,8,12; Abbildungen 2,4 Spalte 2, Zeilen 20-25; Abbildung 4	1-11
A	US 5 503 797 A (ZOCH ET AL) 2. April 1996 (1996-04-02) Spalte 2, Zeilen 39-67; Abbildungen 2a,4	1-11
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. November 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/11/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rischard, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 26 833 A1 (BERNS, HANS, PROF. DR.-ING., 44797 BOCHUM, DE) 8. Januar 1998 (1998-01-08) das ganze Dokument -----	1-11
A	WO 03/016708 A (ROBERT BOSCH GMBH; LIEDTKE, DIETER; HOCH, ALFRED; WOLF, FRANZ) 27. Februar 2003 (2003-02-27) das ganze Dokument -----	1-11

## INTERNATIONALEFORSCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/053150

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6168095	B1	02-01-2001	WO 9906692 A1 11-02-1999
			DE 29713628 U1 26-11-1998
			EP 0929742 A1 21-07-1999
			JP 2001504192 T 27-03-2001
DE 4033706	A1	21-02-1991	KEINE
US 5503797	A	02-04-1996	CA 2146398 A1 07-10-1995
			DE 4411795 A1 14-12-1995
			FR 2718463 A1 13-10-1995
			GB 2288188 A 11-10-1995
			IT MI950685 A1 06-10-1995
			JP 7278762 A 24-10-1995
DE 19626833	A1	08-01-1998	KEINE
WO 03016708	A	27-02-2003	BR 0205866 A 21-10-2003
			CN 1464942 A 31-12-2003
			DE 10139620 A1 27-02-2003
			EP 1419314 A1 19-05-2004
			JP 2004538423 T 24-12-2004
			US 2004050456 A1 18-03-2004