

(19)



(11)

EP 3 060 692 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.11.2018 Patentblatt 2018/46

(51) Int Cl.:
C23C 10/40 (2006.01) **C23C 8/70** (2006.01)
C23C 10/60 (2006.01) **C23C 8/80** (2006.01)
C23C 10/02 (2006.01) **C23C 8/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14777331.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/070881

(22) Anmeldetag: **30.09.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/058932 (30.04.2015 Gazette 2015/17)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES LOKAL BORIERTEN ODER CHROMIERTEN BAUTEILS**

METHOD FOR PRODUCING A LOCALLY BORONIZED OR CHROMIZED COMPONENT
PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UNE PIÈCE RECOUVERTE DE BORE OU DE CHROME LOCALEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder: **ENGLERT, Karl-Otto**
74831 Gundelsheim (DE)

(30) Priorität: **22.10.2013 DE 102013221403**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 438 268 US-A- 3 922 038
US-A- 4 249 961 US-A- 4 469 532

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.2016 Patentblatt 2016/35

- **FICHTL ET AL: "Boronizing and its practical applications", MATERIALS AND DESIGN, LONDON, GB, Bd. 2, Nr. 6, 1. Dezember 1981 (1981-12-01), Seiten 276-286, XP024153330, ISSN: 0261-3069, DOI: 10.1016/0261-3069(81)90034-0 [gefunden am 1981-12-01]**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

EP 3 060 692 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 Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem niedriglegierten Stahlwerkstoff, das zumindest in einem lokal begrenzten Bereich einem Druck und einem Verschleiß ausgesetzt wird.

[0002] Das Gebiet der Erfindung erstreckt sich auf Bauteile eines Einspritzsystems einer Verbrennungskraftmaschine.

Stand der Technik

[0003] Aus dem allgemein bekannten Stand der Technik geht hervor, dass Bauteile, die einem Druck und einem Verschleiß ausgesetzt sind zur Steigerung der Hochdruckfestigkeit eine bainitische oder martensitische Wärmebehandlung erfahren. In der Regel werden die Bauteile aus einem legierten Werkstoff hergestellt. Die notwendige geometrische Präzision dieser Bauteile wird durch eine spanabhebende Hartbearbeitung, wie beispielsweise durch Schleifen erreicht. Sofern der durch die Wärmebehandlung eingestellte Werkstoffzustand gegenüber Verschleiß nicht ausreicht, wird zur weiteren Beanspruchbarkeitssteigerung gegen Verschleiß die Oberfläche der Bauteile beschichtet. Dazu eignen sich insbesondere Nitrier-, Kohlenstoff- und galvanische Schichten. Diese Schichten werden in der Regel nach einer Gefüge einstellenden Wärmebehandlung aufgetragen. Zur Verbesserung der Hochdruckfestigkeit wird die Zähigkeit der Bauteile im Rahmen einer weiteren Wärmebehandlung erhöht. Jedoch wird dabei gleichzeitig die Härte reduziert. Die Nachteile des zuvor beschriebenen Standes der Technik erwachsen insbesondere durch die hohen Temperaturen beim Beschichten, die die Bauteilfestigkeit im Grundmaterial herabsetzen. Durch die hohen Temperaturen wird nämlich das zuvor durch die Wärmebehandlung eingestellte Gefüge verändert. Aufgrund der hoch legierten Stahlwerkstoffe beträgt die erzeugte Schichtdicke in der Regel weniger als 25 µm. Dies liegt insbesondere an der eingeschränkten Diffusion der Beschichtungsatome in den Grundwerkstoff. Daher bieten diese dünnen Schichten keinen ausreichenden Schutz bei lokaler Belastung, wie beispielsweise bei einem Partikeleinschlag. Bei einem weichen Grundgefüge entstehen demnach Dellen im Grundmaterial. Ferner muss die geometrische Präzision vor der Beschichtung hergestellt werden, da die Schichten sehr dünn sind und eine Nachbearbeitung daher nur sehr schwer möglich ist.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils eines Einspritzsystems einer Verbrennungskraftmaschine bereitzustellen, wodurch das Bauteil Bereiche mit einer relativ hohen Härte, Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit als auch Bereiche mit einer demgegenüber relativ

hohen Zähigkeit und Duktilität aufweist.

[0005] Die Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den nachfolgenden abhängigen Ansprüchen hervor.

[0006] Erfindungsgemäß weist das Verfahren die nachfolgenden Verfahrensschritte auf. Zunächst erfolgt gemäß Verfahrensschritt a) eine spanabhebende Fertigung des Bauteils in einem nicht wärmebehandelten Zustand. Zur spanabhebenden Fertigung eignet sich insbesondere das Fräsen oder bei rotationssymmetrischen Bauteilen das Drehen. Dadurch das das Bauteil aus einem niedrig legierten Stahlwerkstoff, der nicht wärmebehandelt ist und somit im weichen Zustand vorliegt, besteht, ist die Fertigung besonders werkzeugschonend und zeitsparend.

[0007] In einem weiteren Verfahrensschritt b) wird das Bauteil mit einem im Wesentlichen entweder Bor oder Chrom aufweisenden Pulver lokal bedeckt.

[0008] Danach erfolgt nach Verfahrensschritt c) die Wärmebehandlung des lokal mit Pulver bedeckten Bauteils. Dadurch kommt es zur lokal begrenzten Diffusion an den mit Pulver bedeckten Bereichen, wobei entweder Boratome aus dem Bor aufweisenden Pulver oder Chromatome aus dem Chrom aufweisenden Pulver in die Randschicht des Bauteils diffundieren. Dies erfolgt bei einer ersten Temperatur, die größer ist als die Austenitisierungstemperatur des niedrig legierten Stahlwerkstoffs. Mit anderen Worten wird das Bauteil in einem lokal begrenzten Bereich entweder boriiert oder chromiert. Dadurch wird an der Randschicht des Körpers eine Eisenborid- oder Eisenchromidschicht ausgebildet.

[0009] Daraufhin folgt gemäß Verfahrensschritt d) die Abkühlung des Bauteils auf Raumtemperatur und die Entfernung des Pulvers von der Oberfläche des Körpers. Aufgrund der Pulvereigenschaften und dem Beschichtungsprozess ist die Entfernung des Pulvers besonders einfach, da es beispielsweise mit Druckluft weggeblasen werden kann.

[0010] Gemäß Verfahrensschritt e) erfolgt eine erneute Wärmebehandlung des Körpers zur Einstellung entweder eines martensitischen oder eines bainitischen Gefüges bei einer zweiten Temperatur, die geringer ist als die erste Temperatur. Dadurch, dass die zweite Temperatur geringer ist als die erste Temperatur wird die erzeugte Randschicht nicht verändert sondern lediglich das Grundgefüge. Besonders bevorzugt wird ein bainitisches Gefüge eingestellt, da dieses im Vergleich zum martensitischen Gefüge eine höhere Zähigkeit und im Randbereich, mit anderen Worten sowohl an den nicht boriierten oder chromierten Oberflächen, als auch unterhalb der Bor- oder Chromschicht, DruckEigenspannungen aufweist.

[0011] Vorzugsweise wird nach Verfahrensschritt e) eine Umwandlungsbehandlung des martensitischen Gefüges von mindestens einer Stunde bei einer Temperatur von über 200°C vorgenommen. Des weiteren bevorzugt

wird nach Verfahrensschritt e) eine Umwandlungsbehandlung des bainitischen Gefüges von mindestens zwei bis zu höchstens sechs Stunden bei einer Temperatur von mindestens 220°C bis zu höchstens 260°C vorgenommen wird. Die Umwandlungsbehandlung führt zu einem beträchtlichen Anstieg der Zähigkeit.

[0012] Gemäß einem abschließenden Verfahrensschritt erfolgt eine Feinbearbeitung des Bauteils zur finalen Formgebung. Dazu eignet sich insbesondere das Schleifen, da der Abtrag von sehr hartem Material relativ gering ist. Die Feinbearbeitung stellt die Geometrie des Bauteils präzise ein und kompensiert den Verzug aufgrund der Wärmebehandlung.

[0013] Die erste Temperatur beträgt mindestens 890°C bis zu höchstens 950°C. Diese Temperatur führt dazu, dass die Boratome oder die Chromatome in die Randschicht des Körpers eindiffundieren können. Die zweite Temperatur beträgt mindestens 840°C bis zu höchstens 870°C. Die Temperaturdifferenz zwischen der ersten und der zweiten Temperatur führt dazu, dass die Wärmebehandlung keinen Einfluss auf die boriierte oder chromierte Randschicht des Bauteils nimmt.

[0014] Besonders bevorzugt wird nach Verfahrensschritt f) eine Oberflächenveredelung der entweder boriierten oder chromierten lokal begrenzten Bereiche zur Erhöhung der Rissbeständigkeit vorgenommen. Zur Oberflächenveredelung eignet sich insbesondere das mechanische polieren der boriierten oder chromierten Bereiche.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird in einem ersten Verfahrensschritt ein Ventilkörper für ein Einspritzsystem einer Verbrennungskraftmaschine spanabhebend gefertigt. Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird in einem ersten Verfahrensschritt ein Haltekörper für ein Einspritzsystem einer Verbrennungskraftmaschine spanabhebend gefertigt.

[0016] Bei dem Ventilkörpern sind es insbesondere die Ventilsitze und bei den Haltekörper insbesondere die Führungen, die einem hohen Druck und einem hohen Verschleiß sowie einem Partikeleinschlag ausgesetzt sind. Die restlichen Bereiche des Ventilkörpers oder des Haltekörpers sind im Wesentlichen nur einer Druckbelastung ausgesetzt, so dass es hier besonders vorteilhaft ist wenn durch plastische Verformung Spannungen abgebaut werden können. Dazu eignen sich insbesondere Bereiche mit einem duktilen und zähen Gefüge.

[0017] Des Weiteren bevorzugt wird gemäß Verfahrensschritt c) eine Eisenborid- oder Eisenchromidschicht mit einer Schichtdicke von mindestens 30µm bis zu höchstens 100µm an der Randschicht des Bauteils erzeugt. Diese, gegenüber der Schichtdicke von hochlegierten Stählen, erheblich dickere Schicht wird aufgrund eines geringen Gehalts von Legierungselementen der niedrig legierten Stähle hervorgerufen. Die Boratome bilden beim Eintritt in die Randschicht des Körpers im Wesentlichen Eisenborid vom Typ Fe₂B mit einer Härte von

1500 bis 2000HV. Vorzugsweise wird als niedrig legierter Stahlwerkstoff 100Cr6 verwendet.

[0018] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren näher dargestellt.

Ausführungsbeispiele

[0019] Es zeigen:

Figur 1 eine vereinfachte schematische Schnittansicht eines Ventilkörpers, das die jeweiligen erfindungsgemäßen Verfahrensschritte durchläuft, und

Figur 2 ein nach dem Verfahren gemäß Figur 1 hergestelltes Ventilkörper.

[0020] Nach Figur 1 beginnt das erfindungsgemäße Verfahren mit einem ersten Verfahrensschritt a, einer spanabhebenden Fertigung eines Ventilkörpers 1 aus dem Werkstoff 100Cr6 in einem nicht wärmebehandelten Zustand.

[0021] Gemäß einem Verfahrensschritt b wird der Ventilkörper 1 lokal mit einem im Wesentlichen Bor aufweisenden Pulver 2 bedeckt. Die lokale Bedeckung mit Pulver beschränkt sich dabei auf den Ventilsitz 3.

[0022] In einem Verfahrensschritt c wird eine Wärmebehandlung des lokal mit dem Pulver 2 bedeckten Ventilkörpers 1 bei einer ersten Temperatur von 910°C vorgenommen. Dabei kommt es zur lokal begrenzten Diffusion von Boratomen aus dem Bor aufweisenden Pulver 2 in die Randschicht des Ventilkörpers 1, insbesondere in die Randschicht der zu borierenden Fläche des Ventilsitzes 3. Dadurch wird eine Eisenboridschicht 5 mit einer Schichtdicke von bis zu 100µm an der Randschicht des Ventilsitzes 3 erzeugt.

[0023] Gemäß eines nächsten Verfahrensschrittes d wird der Ventilkörper 1 auf Raumtemperatur abgekühlt und das Pulvers wird entfernt.

[0024] Nach einem Verfahrensschritt e wird der Ventilkörper 1 zur Einstellung eines bainitischen Gefüges 4 erneut wärmebehandelt. Dabei beträgt eine zweite Temperatur 840°C und ist somit geringer als die zum Borieren benötigte Temperatur.

[0025] Gemäß einem Verfahrensschritt f wird eine Umwandlungsbehandlung von sechs Stunden bei einer Temperatur von 220°C bis 260°C vorgenommen. Dies erhöht die Zähigkeit des bainitischen Gefüges 4 in einem höherem Maße als die Härte abgesenkt wird.

[0026] In einem Verfahrensschritt g wird eine spanabhebende Feinbearbeitung durch Schleifen des Ventilkörpers 1 zur finalen Formgebung vorgenommen.

[0027] Abschließend wird nach Verfahrensschritt h eine Oberflächenveredelung der lokal begrenzten, boriierten Bereiche vorgenommen. Dabei wird die Oberflächenveredelung durch mechanische Bearbeitung erzeugt.

[0028] Gemäß Figur 2 weist der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Ventilkörper 1 ein angelassenes und somit zähes bainitisches Grundgefüge 4 auf. Der Ventil Sitz 3 des Ventilkörpers 1 ist boriert und weist eine Eisenboridschicht 5 mit einer Schichtdicke von bis zu 100 µm auf. Dadurch weist der Ventilkörper 1 einen ersten Bereich, im Ventil Sitz 3, mit einer hohen Härte, Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit als auch einen zweiten Bereich mit einer demgegenüber relativ hohen Zähigkeit und Duktilität auf.

[0029] Die Erfindung ist nicht beschränkt auf das vorstehend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Es sind vielmehr auch Abwandlungen hiervon denkbar, welche vom Schutzbereich der nachfolgenden Ansprüche mit umfasst sind. So ist es beispielsweise auch möglich, anstelle eines Ventilkörpers 1 auch andere Bauteile, insbesondere für ein Einspritzsystem einer Verbrennungskraftmaschine, herzustellen. Denkbar ist beispielsweise auch die Herstellung eines Haltekörpers. Ferner ist es auch denkbar die Bauteile anstatt zu borieren, zu chromieren. Dazu wird ein Chrom aufweisendes Pulver verwendet, das während der Wärmebehandlung des Bauteils eine Eisenchromidschicht erzeugt.

[0030] Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass "umfassend" keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und "eine" oder "ein" keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (1) eines Einspritzsystems einer Verbrennungskraftmaschine aus einem niedriglegierten Stahlwerkstoff, das zumindest in einem lokal begrenzten Bereich einem Druck und einem Verschleiß ausgesetzt wird, mit folgenden Verfahrensschritten:

a) Spanabhebende Fertigung des Bauteils (1) in einem nicht wärmebehandelten Zustand, **gekennzeichnet durch:**

b) anschließend lokales Bedecken des Bauteils (1) mit einem im Wesentlichen entweder Bor oder Chrom aufweisenden Pulver (2),

c) anschließend Wärmebehandlung des lokal mit Pulver (2) bedeckten Bauteils (1) zur lokal begrenzten Diffusion entweder von Boratomen aus dem Bor aufweisenden Pulver (2) oder von Chromatomen aus dem Chrom aufweisenden Pulver (2) in die Randschicht des Bauteils (1) bei einer ersten Temperatur, die größer als die Austenitisierungstemperatur des niedriglegierten Stahlwerkstoffs ist, wobei die erste Tempe-

ratur mindestens 890°C bis zu höchstens 950°C beträgt,

d) anschließend Abkühlung des Bauteils (1) auf Raumtemperatur und Entfernung des Pulvers (2), und

e) anschließend erneute Wärmebehandlung des Bauteils (1) zur Einstellung entweder eines martensitischen oder eines bainitischen Gefüges (4) bei einer zweiten Temperatur, die geringer ist als die erste Temperatur, wobei die zweite Temperatur mindestens 840°C bis zu höchstens 870°C beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Verfahrensschritt e) eine Umwandlungsbehandlung des martensitischen Gefüges von mindestens einer Stunde bei einer Temperatur von über 200°C vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Verfahrensschritt e) eine Umwandlungsbehandlung des bainitischen Gefüges von mindestens zwei bis zu höchstens sechs Stunden bei einer Temperatur von mindestens 220°C bis zu höchstens 260°C vorgenommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Verfahrensschritt e) zum Abschluss des Verfahrens eine Feinbearbeitung des Bauteils (1) zur finalen Formgebung vorgenommen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** gemäß Verfahrensschritt a) ein Ventilkörper (1) für ein Einspritzsystem einer Verbrennungskraftmaschine spanabhebend gefertigt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** gemäß Verfahrensschritt a) ein Haltekörper (1) für ein Einspritzsystem einer Verbrennungskraftmaschine spanabhebend gefertigt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** gemäß Verfahrensschritt c) eine Eisenborid- oder Eisenchromidschicht (5) mit einer Schichtdicke von mindestens 30 µm bis zu höchstens 100 µm an der Randschicht des Bauteils (1) erzeugt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als niedriglegierter Stahlwerkstoff ein 100Cr6 verwendet wird.

Claims

1. Method for producing a component (1) of an injection system of an internal combustion engine of a low-

alloy steel material that is exposed to pressure and wear at least in a localized region, comprising the following method steps:

- a) machining the component (1) in a state in which it has not been heat-treated, **characterized by**
 - b) subsequently locally covering the component (1) with a powder (2) comprising essentially either boron or chromium,
 - c) subsequently heat-treating the component (1) covered locally with powder (2) for the localized diffusion either of boron atoms from the boron-comprising powder (2) or of chromium atoms from the chromium-comprising powder (2) into the outer layer of the component (1) at a first temperature, which is greater than the austenitization temperature of the low-alloy steel material, the first temperature being at least 890°C to at most 950°C,
 - d) subsequently cooling the component (1) to room temperature and removing the powder (2), and
 - e) subsequently heat-treating the component (1) once again to set either a martensitic or a bainitic microstructure (4) at a second temperature, which is lower than the first temperature, the second temperature being at least 840°C to at most 870°C.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, after method step e), a transformation treatment of the martensitic microstructure of at least one hour at a temperature of over 200°C is performed.
 3. Method according to Claim 1, **characterized in that**, after method step e), a transformation treatment of the bainitic microstructure of at least two to at most six hours at a temperature of at least 220°C to at most 260°C is performed.
 4. Method according to Claim 1, **characterized in that**, after method step e), to complete the method a precision machining of the component (1) for the final shaping is performed.
 5. Method according to Claim 1, **characterized in that**, according to method step a), a valve body (1) for an injection system of an internal combustion engine is produced by machining.
 6. Method according to Claim 1, **characterized in that**, according to method step a), a holding body (1) for an injection system of an internal combustion engine is produced by machining.
 7. Method according to Claim 1, **characterized in that**, according to method step c), an iron-boride or iron-

chromide layer (5) with a layer thickness of at least 30 μm to at most 100 μm is produced on the outer layer of the component (1).

8. Method according to Claim 1, **characterized in that** a 100Cr6 is used as the low-alloy steel material.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un élément structural (1) d'un système d'injection d'un moteur à combustion interne à partir d'un acier faiblement allié, lequel est exposé à une pression et au soudage au moins dans une zone limitée localement, comprenant les étapes suivantes :
 - a) fabrication de l'élément structural (1) par enlèvement de copeaux dans un état de traitement thermique, **caractérisé par** :
 - b) ensuite, recouvrement local de l'élément structural (1) avec une poudre (2) qui possède sensiblement du bore ou du chrome,
 - c) ensuite, traitement thermique de l'élément structural (1) recouvert localement avec la poudre (2) en vue de la diffusion limitée localement soit d'atomes de bore issus de la poudre (2) qui possède du bore, soit d'atomes de chrome issus de la poudre (2) qui possède du chrome, dans la couche de bordure de l'élément structural (1) à une première température qui est supérieure à une température d'austénitisation de l'acier faiblement allié, la première température étant au minimum de 890 °C et au maximum de 950 °C,
 - d) ensuite, refroidissement de l'élément structural (1) à la température ambiante et enlèvement de la poudre (2) et
 - e) ensuite, nouveau traitement thermique de l'élément structural (1) en vue de régler une structure (4) soit martensitique, soit bainitique à une deuxième température, laquelle est inférieure à la première température, la deuxième température étant au minimum de 840 °C et au maximum de 870 °C.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**après l'étape e) est effectué un traitement de conversion de la structure martensitique d'au moins une heure à une température supérieure à 200 °C.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**après l'étape e) est effectué un traitement de conversion de la structure bainitique d'au moins deux à au plus six heures à une température minimale de 220 °C à maximale de 260 °C.
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce**

qu'après l'étape e), un usinage de précision de l'élément structural (1) est effectué à la fin du procédé en vue du façonnage final.

5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, selon l'étape a), un corps de vanne (1) pour un système d'injection du moteur à combustion interne est fabriqué avec enlèvement de copeaux. 5
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, selon l'étape a), un corps de maintien (1) pour un système d'injection du moteur à combustion interne est fabriqué avec enlèvement de copeaux. 10
7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, selon l'étape c), une couche de borure de fer ou de chromate de fer (5) ayant une épaisseur de couche minimale de 30 μm à maximale de 100 μm est produite sur la couche de bordure de l'élément structural (1). 15
20
8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'acier faiblement allié utilisé est un 100Cr6. 25

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

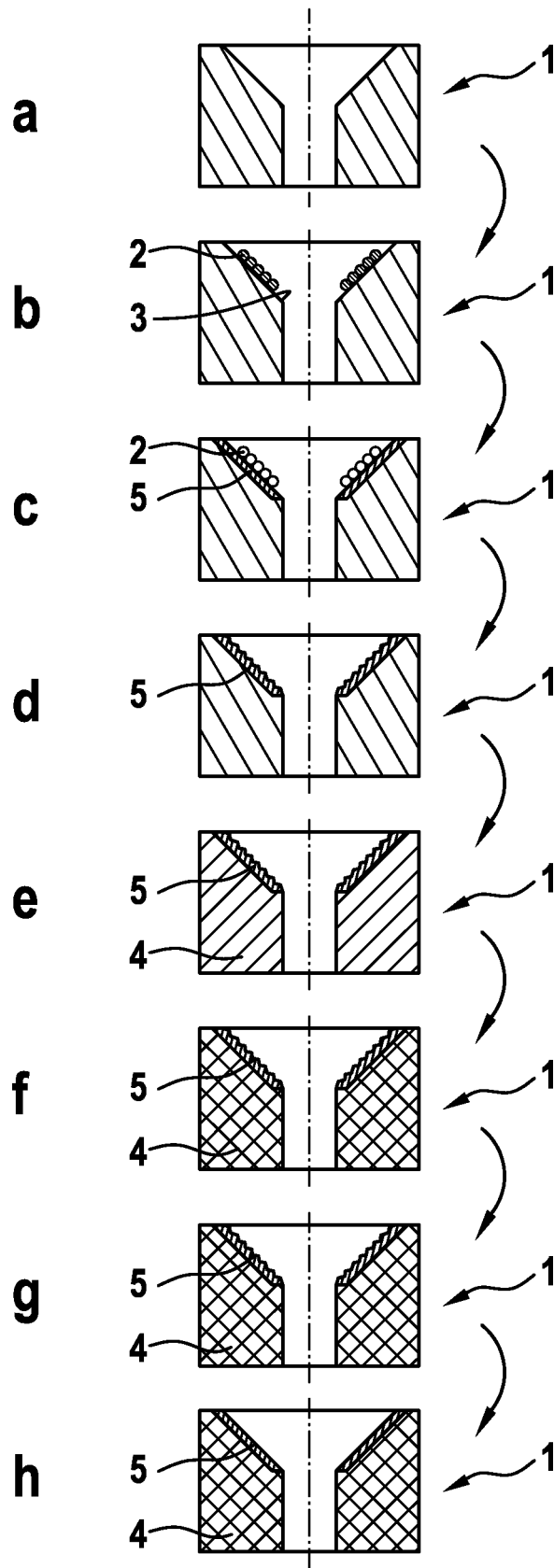


Fig. 2

