

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 720 664 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

30.12.1998 Patentblatt 1998/53

(51) Int Cl.⁶: **C23C 8/38**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE95/00772

(21) Anmeldenummer: **95920786.1**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/00313 (04.01.1996 Gazette 1996/02)

(22) Anmeldetag: **16.06.1995**

(54) VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON WENIGSTENS EINEM TEIL AUS WEICHMAGNETISCHEM WERKSTOFF

METHOD OF TREATING AT LEAST ONE COMPONENT MADE OF WEAKLY MAGNETIC MATERIAL

PROCEDE DE TRAITEMENT D'AU MOINS UNE PIECE EN UN MATERIAU FAIBLEMENT MAGNETIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE ES FR GB IT SE

• **ILLING, Joerg**
D-01454 Radeberg (DE)

(30) Priorität: **23.06.1994 DE 4421937**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 242 089 FR-A- 2 123 207
FR-A- 2 510 142

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.07.1996 Patentblatt 1996/28

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

• **ZWF , Bd. 78, Nr. 12, 1983 MUNCHEN,DE, Seiten 589-592, S. STRAMKE 'eltropuls-plasmanitrieren'**
• **DATABASE WPI Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 78-28088ac15 'ionic nitriding of steel' & JP,A,53 023 836 (KAWASAKI HEAVAY IND) , 4.März 1978**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15 no. 289 (C-0852),23.Juli 1991 & JP,A,03 104881 (RICOH) 1.Mai 1991,**

(72) Erfinder:

- **LIEDTKE, Dieter**
D-71636 Ludwigsburg (DE)
- **GRANER, Juergen**
D-74372 Sersheim (DE)
- **KEIM, Norbert**
D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 720 664 B1

Beschreibung

Stand der Technik

5 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Behandlung von wenigstens einem Teil aus weichmagnetischem Werkstoff nach der Gattung des Patentanspruchs 1. Es ist schon ein Verfahren bekannt (DE 31 49 916 A1), bei dem ein aus weichmagnetischem Werkstoff gefertigter Anker eines Brennstoffeinspritzventiles zur Erhöhung seiner Verschleißfestigkeit in bestimmten Bereichen durch Nitrieren hart gemacht ist. Diese Lösung, Verschleißschutz durch Nitrieren zu erreichen, führt nicht zu optimalen Schaltfunktionen des Magnetventiles, wenn die herstellungsbedingte
10 Verminderung der magnetischen Eigenschaften nicht durch Glühen beseitigt wird. Dabei ergeben sich jedoch die Nachteile, daß die doppelte Wärmebehandlung zu erhöhten Kosten führt, daß zwischen Glühen und Nitrieren eine Zwischenlagerung des Teiles und ein Transport erforderlich ist, wobei Beschädigungsgefahr besteht, und nach dem Glühen die Oberfläche der Teile kontaminiert werden kann.

Bekannt ist ebenfalls ein Verfahren (DE 30 16 993 A1), bei dem ein aus weichmagnetischem Material bestehender
15 Anker durch Einsatzhärtung teilweise gehärtet ist. Durch die Herstellungsschritte des jeweiligen Ankers und die Einsatzhärtung ergibt sich dabei der Nachteil, daß der Anker magnetisch und damit in unerwünschter Weise die Funktion des Magnetventiles beeinträchtigt wird.

Bekannt ist ebenfalls ein Verfahren (DE 37 33 809 A1), bei dem das Ventilglied eines Magnetventiles aus einem unmagnetischen Stahl mit 7,8 bis 24,5 % Mangananteil ausgebildet und die Oberfläche des Ventilglieds mindestens
20 teilweise durch Plasma-Nitrierung oder durch sogenannte Ionen-Nitrierung nitriert ist. Ein derartiger Stahl kann jedoch nicht als Werkstoff für einen Anker bzw. Kern für ein Magnetventil dienen.

Vorteile der Erfindung

25 Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß es besonders wirtschaftlich ist, da zur Behandlung des weichmagnetischen Teiles durch Glühen und Erzeugen einer Verschleißschuttschicht kein Transport zwischen den einzelnen Behandlungsschritten erforderlich ist, wodurch sich der Platzbedarf und die Kosten verringern und vermieden wird, daß die Oberfläche des Teiles nach dem Glühen kontaminiert wird.

30 Bei einem weiteren Verfahren nach der FR-A-25 10 142 erfolgt ein Plasma-Nitrieren von weichmagnetischen Bauteilen bei Temperaturen bis 750°C unter magnetischer Sättigung.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Patentanspruch 1 angegebenen Verfahrens möglich.

Vorteilhaft ist es, unabhängig von der Reihenfolge das Glühen und die Erzeugung der Verschleißschuttschicht
35 nacheinander durchzuführen, insbesondere das Glühen vor der Erzeugung der Verschleißschuttschicht, wodurch in der Reaktionskammer unabhängig voneinander zunächst für das Glühen und dann für die Erzeugung der Verschleißschuttschicht eine jeweils günstige Umgebung geschaffen werden kann. Diese Umgebung kann für das Glühen ein Vakuum sein, ansonsten findet auch ein inertes Gas, ein Edelgas, ein reduzierendes Gas oder ein Gemisch davon Verwendung.

40 Vorteilhaft für die Erzeugung der Verschleißschuttschicht an dem Teil sind alle ofentechnischen Verfahren, wie Nitrieren, Carburieren oder andere Schichtbildungsverfahren.

Das Verfahren läßt sich in vorteilhafter Weise verkürzen, wenn das Glühen und die Erzeugung der Verschleißschuttschicht simultan bei Glühtemperatur erfolgen.

Vorteilhaft ist die Ausbildung der Teile aus weichmagnetischem bzw. ferritischem Chromstahl.

45 Vorteilhaft ist weiterhin die Verwendung eines nach den Merkmalen eines oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 8 behandelten Teiles als Anker oder Kern in einem durch einen Elektromagneten betätigbaren Magnetventil oder Brennstoffeinspritzventil.

Zeichnung

50 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Brennstoffeinspritzventil, Figur 2 ein Magnetventil, Figur 3 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, Figur 4 ein Diagramm mit der Temperatur als Ordinate und der Zeit als Abszisse, das den bisherigen Verfahrensablauf zeigt, Figur 5 und Figur 6 Diagramme mit der Temperatur als Ordinate und der Zeit als Abszisse, die den erfindungsgemäßen Verfahrensablauf zeigen, Figur 7 eine Aufnahmevorrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in der Figur 1 beispielsweise dargestellte elektromagnetisch betätigbare Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen hat einen Brennstoffeinlaßstutzen 1, der als Kern dient und den eine Magnetspule 2 teilweise umgibt. Mit einem unteren Kernende 3 des Brennstoffeinlaßstutzens 1 ist konzentrisch zu einer Ventillängsachse 5 dicht ein rohrförmiges metallenes Zwischenteil 6 durch Schweißen verbunden. Das Zwischenteil 6 übergreift mit seinem dem Brennstoffeinlaßstutzen 1 abgewandten Ende ein rohrförmiges Verbindungsteil 7 und ist mit diesem durch Schweißen dicht verbunden. In das stromabwärts liegende Ende einer Innenbohrung 9 des Verbindungsteils 7 ist ein zylinderförmiger Ventilsitzkörper 8 eingesetzt und durch Schweißen dicht montiert. Im Ventilsitzkörper 8 ist ein Ventilsitz 11 ausgebildet, mit dem ein Ventilschließkörper 12 zusammenwirkt. Stromabwärts des Ventilsitzes 11 ist im Ventilsitzkörper 8 wenigstens eine Abspritzöffnung 13 ausgebildet, über die bei geöffnetem Ventil Brennstoff in das Luftansaugrohr oder den Zylinder der Brennkraftmaschine einspritzbar ist. Der beim Ausführungsbeispiel kugelförmig ausgebildete Ventilschließkörper 12 ist durch Schweißen oder Löten mit einem Ende eines Verbindungsrohres 15 verbunden, während mit dem anderen Ende des Verbindungsrohres 15 ein aus weichmagnetischem Werkstoff gefertigter Anker 16 durch Schweißen verbunden ist. Der Ventilschließkörper 12, das Verbindungsrohr 15 und der Anker 16 ragen dabei in die Innenbohrung 9 des Verbindungsteils 7. Der rohrförmige Anker 16 wird durch einen Führungsbund 17 des Zwischenteils 6 geführt. In eine Strömungsbohrung 19 des Brennstoffeinlaßstutzens 1 ist eine Einstellhülse 20 eingeschoben, an der eine Rückstellfeder 21 anliegt, die sich andererseits an dem im Anker 16 liegenden Ende des Verbindungsrohres 15 abstützt und damit den Ventilschließkörper 12 zum Ventilsitz 11 hin in Schließrichtung des Ventiles beaufschlagt. Der aus weichmagnetischem Werkstoff hergestellte Brennstoffeinlaßstutzen 1 hat an seinem dem Anker 16 zugewandten Kernende eine Kernstirnfläche 23, während der Anker eine dem Kernende 3 zugewandte Ankerstirnfläche 24 hat. Die Kernstirnfläche 23, die Ankerstirnfläche 24 und der zylindrische Umfang des Ankers 16 zumindest im Bereich des Führungsbundes 17 sind mit einer Verschleißschuttschicht versehen, die ein Abtragen von Werkstoff vom Umfang 25 des Ankers 16 bzw. ein Einschlagen der Kernstirnfläche 23 und der Ankerstirnfläche 24 ineinander verhindert, denn bei Erregung der Magnetspule 2 wird der Anker 16 entgegen der Kraft der Rückstellfeder 21 so lange zum Brennstoffeinlaßstutzen 1 hinbewegt, bis die Ankerstirnfläche 24 an der Kernstirnfläche 23 anliegt. Diese Anzugsbewegung des Ankers 16 führt zu einem Abheben des Ventilschließkörpers 12 vom Ventilsitz 11 und damit zu einer Öffnung des Brennstoffeinspritzventiles.

Die Magnetspule 2 ist von wenigstens einem, im Ausführungsbeispiel als Bügel ausgebildeten, als ferromagnetisches Element dienenden Leitelement 27 umgeben, das sich in axialer Richtung über die gesamte Länge der Magnetspule 2 erstreckt und die Magnetspule 2 in Umfangsrichtung wenigstens teilweise umgibt. Das Leitelement 27 liegt mit seinem einen Ende am Brennstoffeinlaßstutzen 1 und mit seinem anderen Ende am Verbindungsteil 7 an und ist mit diesen durch Schweißen verbunden. Ein Teil des Ventiles ist von einer Kunststoffummantelung 28 umschlossen, die sich vom Brennstoffeinlaßstutzen 1 ausgehend axial über die Magnetspule 2 und das wenigstens eine Leitelement 27 bis zum Verbindungsteil 7 erstreckt. Durch die Kunststoffummantelung 28 wird zugleich ein elektrischer Anschlußstecker 29 gebildet, der elektrisch mit der Magnetspule 2 kontaktiert ist und in nicht dargestellter Weise mit einem elektronischen Steuergerät verbindbar ist. In die Strömungsbohrung 19 des Brennstoffeinlaßstutzens 1 ist in bekannter Weise ein Brennstofffilter 30 eingeschoben.

Das in Figur 2 dargestellte Magnetventil 33 ist in hydraulischen oder pneumatischen Vorrichtungen angeordnet, z. B. automatischen Getrieben, Antiblockierschutz-Systemen, Servolenkungssystemen, Fahrzeugniveaue- und Federungs-systemen oder Regelungen für Maschinen und Geräte. Das Magnetventil 33 hat einen weichmagnetischen Kern 34, der in axialer Richtung von einer Hülse 35 umgeben ist. Auf die Hülse 35 ist eine Magnetspule 36 mit einem Spulenkörper 37 aufgeschoben, der dem Kern 34 abgewandt ein verdicktes Anschlußende 39 hat, in dem ein erster Anschlußstutzen 40 und ein zweiter Anschlußstutzen 41 ausgebildet ist. Im ersten Anschlußstutzen 40 ist ein erster Strömungskanal 42 und im zweiten Anschlußstutzen 41 ein zweiter Strömungskanal 43 ausgebildet. Erster Strömungskanal 42 und zweiter Strömungskanal 43 stehen mit einer im Anschlußende 39 ausgebildeten Ventilkammer 45 in Verbindung. Der zweite Strömungskanal 43 mündet über einen Ventilsitz 46 in die Ventilkammer 45. Der Ventilsitz 46 ist durch eine als Ventilschließkörper dienende Ventilnadel 47 öffnen- oder schließbar, die in die Ventilkammer 45 ragt und an ihrem dem Ventilsitz 46 abgewandten Ende mit einem aus weichmagnetischem Werkstoff gefertigten ringförmigen Anker 48 verbunden ist. Der Anker 48 ist gleitbar in der Hülse 35 gelagert und hat bei an dem Ventilsitz 46 anliegender Ventilnadel einen axialen Abstand zum Kern 34. An dem Kern 34 liegt eine Rückstellfeder 49 an, die mit ihrem dem Kern 34 abgewandten Ende an der Ventilnadel 47 angreift und die Ventilnadel 47 auf den Ventilsitz 46 preßt. Dem Anker 48 zugewandt hat der Kern 34 eine Kernstirnfläche 51. Der Anker 48 hat eine dem Kern zugewandte Ankerstirnfläche 52 und einen die metallene Hülse 35 berührenden zylindrischen Umfang 53. Die Kernstirnfläche 51, die Ankerstirnfläche 52 und der Umfang 53 des Ankers 48 sind mit einer Verschleißschuttschicht versehen, so daß eine Abnutzung des Umfangs 53 des Ankers und ein Einschlagen der Kernstirnfläche 51 bzw. der Ankerstirnfläche 52, die bei einer Erregung der Magnetspule 36 aufeinanderprallen, vermieden wird.

Die weichmagnetischen Teile Brennstoffeinlaßstutzen 1, Anker 16, Kern 34 und Anker 48 sind beispielsweise aus

einem Chromstahl gefertigt. Einige Beispiele für Chromstähle sind der folgenden Tabelle entnehmbar.

Chemische Zusammensetzung (%)						
Stahl	Norm	C	Cr		Al	Si
X6CrAl13	DIN17440	0,03 S 0,02	12-14 Mo 0,1	Mn 0,5	0,2-0,7 Sonstige < 0,2	0,7-1,2
Stahl X6Cr13	Norm DIN17440	C 0,02 S 0,3	Cr ~12 Mo 0,3	Mn 0,4	Al - Sonstige < 0,2	Si 0,3
Stahl X4CrMoS18	Norm DIN17440	C 0,03 S 0,2	Cr 15-17 Mo 0,3	Mn 0,4	Al 0,3-1 Sonstige < 0,2	Si ~1,1

Diese Teile 1, 16, 34 und 48 werden nach ihrer Bearbeitung gegläht und danach langsam abgekühlt, wodurch die bei der Bearbeitung entstandene Verfestigung und Beeinträchtigung der magnetischen Eigenschaften weitgehend rückgängig gemacht wird. Die Glüh-temperatur liegt dabei in einem Bereich über 750 bis 950° C, vorzugsweise bei etwa 750 bis 850° C. Außerdem werden die Teile 1, 16, 34 und 48 zumindest in ihren verschleißgefährdeten Bereichen, mit denen sie anschlagen oder gleiten, mit einer Verschleißschuttschicht versehen. Eine derartige Verschleißschuttschicht wird durch eine Oberflächen- bzw. Randschichtbehandlung der Teile erzeugt, wodurch ihre Oberfläche härter und abriebbeständiger wird. Hierfür können verschiedene Verfahren verwendet werden. Vorzugsweise wird Nitrieren, Carburieren oder ein Beschichten benutzt.

In der Figur 3 ist schematisch eine Behandlungsvorrichtung 56 gezeigt, in der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt wird. Die Behandlungsvorrichtung 56 hat eine Grundplatte 57, auf die eine Retorte 58 aus hitzebeständigem Stahl abgedichtet aufgesetzt ist. Die Retorte 58 ist von einer elektrischen Heizung 59 umgeben, die in einem wärmeisolierenden, topfförmigen Behälter 60 angeordnet ist, der über die Retorte 58 gestülpt ist und an der Grundplatte 57 aufliegt. Die Retorte 58 umschließt mit der Grundplatte 57 eine Reaktionskammer 61, die gegenüber der Außenatmosphäre dicht abgeschlossen gehalten werden kann. Die Reaktionskammer 61 kann über einen Absauganschluß 63 durch eine Vakuumpumpe 64 evakuiert werden. Der Absauganschluß 63 kann durch ein elektromagnetisch betätigbares erstes Absperrventil 65 geschlossen werden. Über einen Zuströmanschluß 66 können in die Reaktionskammer 61 die erforderlichen Prozeßgase (z. B. für das Plasmanitrieren Argon, Wasserstoff und Stickstoff) zugeleitet werden, die Gasquellen 67 entnommen werden. Der Zuströmanschluß 66 ist durch ein elektromagnetisch betätigbares zweites Absperrventil 68 verschließbar. In die Reaktionskammer 61 ragt ein Ventilator 70, der elektromotorisch angetrieben ist und zur Umwälzung der in der Reaktionskammer 61 einstellbaren Gasatmosphäre dient. An der Grundplatte 57 ist gegenüber dieser elektrisch isoliert eine z. B. regalartig gestaltete Werkstückaufnahme 71 befestigt, die in die Reaktionskammer 61 ragt. Die Werkstückaufnahme 71 weist beispielsweise mehrere übereinander mit Abstand zueinander gehaltene Trägerplatten 72 auf, auf denen Aufnahmevorrichtungen 73 angeordnet sind. Die Aufnahmevorrichtungen 73 dienen zur Halterung der zu behandelnden Teile 1, 16, 34, 48. Die Werkstückaufnahme 71 ist an die Kathode eines Puls-Plasma-Generators 75 elektrisch angeschlossen, wobei diese elektrische Verbindung über die Aufnahmevorrichtungen 73 zu den Teilen 1, 16, 34, 48 weitergeleitet wird. Die Grundplatte 57 ist an die Anode des Puls-Plasma-Generators 75 angeschlossen. Der Puls-Plasma-Generator 75 wird durch eine elektronische Rechner- und Regeleinheit 76 angesteuert. An der elektronischen Rechner- und Regeleinheit ist ein Drucksensor 77 in der Reaktionskammer 61 angeschlossen, so daß der Druck in der Reaktionskammer 61 über eine geeignete Ansteuerung von Vakuumpumpe 64 sowie erstem Absperrventil 65 bzw. zweitem Absperrventil 68 und den Gasquellen 67 regelbar ist. Ein erster Temperatursensor 78 an einem der Teile 1, 16, 34, 48 und ein zweiter Temperatursensor 79, der beispielsweise an der Wandung der Retorte 58 angeordnet ist, dienen dazu, die Prozeßtemperatur in der Reaktionskammer 61 zu regeln, indem die Meßwerte durch die elektronische Rechner- und Regeleinheit 76 erfaßt werden und zur Ansteuerung der Heizung 59 durch die elektronische Rechner- und Regeleinheit 76 dienen.

Der Aufbau und die Funktion einer Puls-Plasmaanlage ist an sich bekannt, beispielsweise durch die DE-OS 26 57 078 oder die DE-OS 28 42 407. Den bisherigen Verlauf der Behandlung weichmagnetischer Teile zeigt das in Figur 4 dargestellte Diagramm, bei dem die Zeit t auf der Abszisse und die Temperatur T auf der Ordinate aufgetragen ist.

Dabei erfolgt die Behandlung der weichmagnetischen Teile in zwei voneinander getrennt arbeitenden verschiedenen Anlagen, von denen die erste Anlage als Schutzgas- oder Vakuumofen zum Glühen der Teile und die zweite als Puls-Plasma-Anlage zur Erzeugung der Verschleißschuttschicht ausgebildet sein kann. Dabei wird während einer Aufheizzeit a das Teil im Schutzgas- oder Vakuumofen auf die erforderliche Temperatur erwärmt, was durch den Aufheizabschnitt 90 der dargestellten Kurve gekennzeichnet ist. Nach dem Erreichen der erforderlichen Temperatur wird das Teil eine ausreichend lange Glühzeit b bei dieser Temperatur während des Glühabschnittes 91 geglüht. Dabei ist im Ofen entweder eine gegen jede Veränderung der Werkstoffzusammensetzung schützende Atmosphäre (z. B. Inertgas) vorhanden oder ein Vakuum. An das Glühen schließt sich während einer ersten Abkühlzeit c entlang des ersten Abkühlabschnittes 92 die Abkühlung des Teiles auf Raumtemperatur an. Nach einer Transport- und Zwischenlagerzeit d erfolgt beispielsweise in einer Puls-Plasma-Anlage während einer zweiten Aufheizzeit e eine erneute Aufheizung des Teiles entlang des zweiten Aufheizabschnittes 93, bis die zum Nitrieren erforderliche Prozeßtemperatur erreicht ist. Die Erzeugung der Verschleißschuttschicht erfolgt dann während der Schichtbildungszeit f entlang des Schichtbildungsabschnittes 94. Abschließend wird dann während der zweiten Abkühlzeit g entlang des zweiten Abkühlabschnittes 95 das Teil auf Raumtemperatur abgekühlt.

Zeit- und energiesparender und damit mit geringeren Kosten verbunden sind die im folgenden beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren, bei denen das Glühen und die Erzeugung von Verschleißschuttschichten in ein und derselben Behandlungsvorrichtung, wie sie schematisch in Figur 3 dargestellt ist, erfolgt. Dabei werden die weichmagnetischen Teile 1, 16, 34, 48, die insbesondere aus Chromstahl gefertigt sind, in die Reaktionskammer 61 eingebracht und auf den Aufnahmevorrichtungen 73 angeordnet. Danach wird die Reaktionskammer 61 evakuiert und gegebenenfalls eine gegen jegliche Veränderung der Werkstoffzusammensetzung schützende Atmosphäre, z. B. mittels Inertgas, in der Reaktionskammer 61 hergestellt. Die elektrische Heizung 59 wird nun durch die elektronische Rechner- und Regeleinheit 76 derart angesteuert, daß sich nach einer gewissen Aufheizzeit eine Temperatur in der Reaktionskammer 61 einstellt, die der gewünschten Glühtemperatur zwischen etwa 750 und 850° C entspricht.

Der Verlauf des ersten erfindungsgemäßen Verfahrens ist beispielsweise in dem Diagramm nach Figur 5 dargestellt. Dabei ist lediglich eine erste Aufheizzeit a entlang des ersten Aufheizabschnittes 90 auf die erforderliche Glühtemperatur notwendig. Eine zweite Aufheizzeit entfällt. Während der Glühzeit b erfolgt entlang des Glühabschnittes 91 bei im wesentlichen konstanter Glühtemperatur entweder im Vakuum oder unter Anwesenheit von inerten Gasen, Edelgasen oder reduzierenden Gasen bzw. einem Gemisch aus diesen das Glühen. Danach wird während einer kurzen Absenkezeit h entlang des Absenkeabschnittes 96 die Temperatur auf eine für die Herstellung der Verschleißschuttschicht günstige Temperatur abgesenkt. Bei dieser Temperatur erfolgt dann nach einem Plasmaätzen zur Oberflächenaktivierung und Vorbereitung des Nitrierens beispielsweise das Nitrieren während der Schichtbildungszeit f entlang des Schichtbildungsabschnittes 94. So erfolgt beispielsweise die Herstellung der Verschleißschuttschicht durch Plasma-Nitrierung bei einer Temperatur zwischen ca. 500 und 800° C. Zur Herstellung der Verschleißschuttschicht ist es erforderlich, daß in der Reaktionskammer 61 eine stickstoffspendende Atmosphäre hergestellt wird, z. B. durch Einleitung von molekularem Stickstoff und Wasserstoff. Während der Schichtbildungszeit f wird mittels des Puls-Plasma-Generators in der Reaktionskammer 61 eine Glimmentladung bewirkt, so daß Stickstoffionen mit den Teilen 1, 16, 34, 48 kollidieren. Dabei diffundiert der Stickstoff von der Oberfläche aus in die Teile und härtet diese unter Bildung der Verschleißschuttschicht, die sich bis zu einer gewissen Tiefe in das Teil erstreckt. Nach dem Ablauf der Schichtbildungszeit f erfolgt während der zweiten Abkühlzeit g entlang des zweiten Abkühlabschnittes 95 die Abkühlung auf Raumtemperatur. Das erfindungsgemäße Verfahren nach Figur 5 bringt gegenüber dem bisherigen Verfahren nach Figur 4 eine Zeitersparnis von etwa Δ_{t1} mit sich und damit auch eine Energie- und Kostenersparnis. Dadurch, daß das Glühen und die Herstellung der Verschleißschuttschicht in derselben Reaktionskammer erfolgen, ohne daß zwischenzeitlich ein Transport der Teile erforderlich ist, wird vermieden, daß die zu behandelnden Oberflächen der Teile beschädigt oder kontaminiert werden.

Bei dem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren nach Figur 6 erfolgt während der ersten Aufheizzeit a entlang des ersten Aufheizabschnittes 90 ein Aufheizen der Teile auf eine Temperatur, die zum Glühen und zum Herstellen der Verschleißschuttschicht, beispielsweise durch Nitrieren, geeignet ist. Während des zweiten Verfahrens erfolgt nun während einer Behandlungszeit k entlang des Behandlungsabschnittes 97 simultan das Glühen und die Herstellung der Verschleißschuttschicht in einer für diesen Zweck geeigneten Atmosphäre und bei einer geeigneten Temperatur. Anschließend werden die Teile in der ersten Abkühlzeit c entlang des ersten Abkühlabschnittes 92 auf Raumtemperatur abgekühlt. Eine Absenkezeit bzw. eine zweite Abkühlzeit entfällt bei diesem Verfahren, so daß sich bei dem zweiten Verfahren gegenüber dem ersten Verfahren nach Figur 5 eine Zeitersparnis von Δ_{t2} ergibt, die zu einer weiteren Energie- und Kostenersparnis führt. Die Verfahren nach den Figuren 5 und 6 können in einer Behandlungsvorrichtung nach Figur 3 durchgeführt werden.

In der Figur 7 ist ein Ausschnitt aus einer Aufnahmevorrichtung 73 gezeigt, die eine sacklochförmige Halteöffnung 81 hat, in die das zu behandelnde Teil 1, 16, 34, 48 eingesetzt ist. Bei der Darstellung in Figur 7 ragt das Teil 1, 16, 34, 48 teilweise aus der Halteöffnung 81 heraus. Soll nur die Stirnfläche 83 des Teiles 1, 16, 34, 48 mit einer Verschleißschuttschicht 84 versehen werden, so wird die Halteöffnung 81 so tief ausgebildet, daß die Stirnfläche 83 etwa

bündig mit einer Oberseite 82 der Aufnahmevorrichtung 73 abschließt, also Oberseite 82 und Stirnfläche 83 etwa in einer Ebene liegen. Der Spalt 85 zwischen dem Umfang des Teiles 1, 16, 34, 48 und der Wandung der Halteöffnung 81 ist zumindest in der Nähe der Oberseite 82 so auszubilden, daß seine Breite 0,05 bis 0,5 mm nicht überschreitet.

Zur Erzeugung der Verschleißschuttschicht kann auch beispielsweise das Verfahren, Plasma-Carburieren mit Methan bzw. Propan als Umgebungsgas Verwendung finden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von wenigstens einem Teil aus weichmagnetischem Werkstoff durch Glühen und Erzeugen einer Verschleißschuttschicht, dadurch gekennzeichnet, daß das Teil (1, 16, 34, 48) in eine abschließbare Reaktionskammer (61) eingebracht wird und ohne dazwischenliegenden Transport dann das Glühen des Teiles (1, 16, 34, 48) und die Erzeugung der Verschleißschuttschicht (84) an dem Teil in dieser Reaktionskammer (61) einer Puls-Plasma Anlage unter Beibehaltung der weichmagnetischen Eigenschaften bei Temperaturen im Bereich über 750 bis 950°C erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unabhängig von der Reihenfolge das Glühen und das Erzeugen der Verschleißschuttschicht (81) nacheinander erfolgen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst das Glühen und danach die Erzeugung der Verschleißschuttschicht (84) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Glühen und die Erzeugung der Verschleißschuttschicht (84) simultan erfolgen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Glühen im Vakuum erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Reaktionskammer (61) evakuiert wird, dann in die Reaktionskammer (61) ein inertes Gas, ein Edelgas oder reduzierendes Gas oder ein Gemisch davon eingeleitet wird und danach das Glühen unter Anwesenheit dieses Gases erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung der Verschleißschuttschicht (84) durch Plasma-Nitrierung oder Gas-Nitrierung in der Reaktionskammer (61) erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Teil (1, 16, 34, 48) aus weichmagnetischem Chromstahl gefertigt ist.

Claims

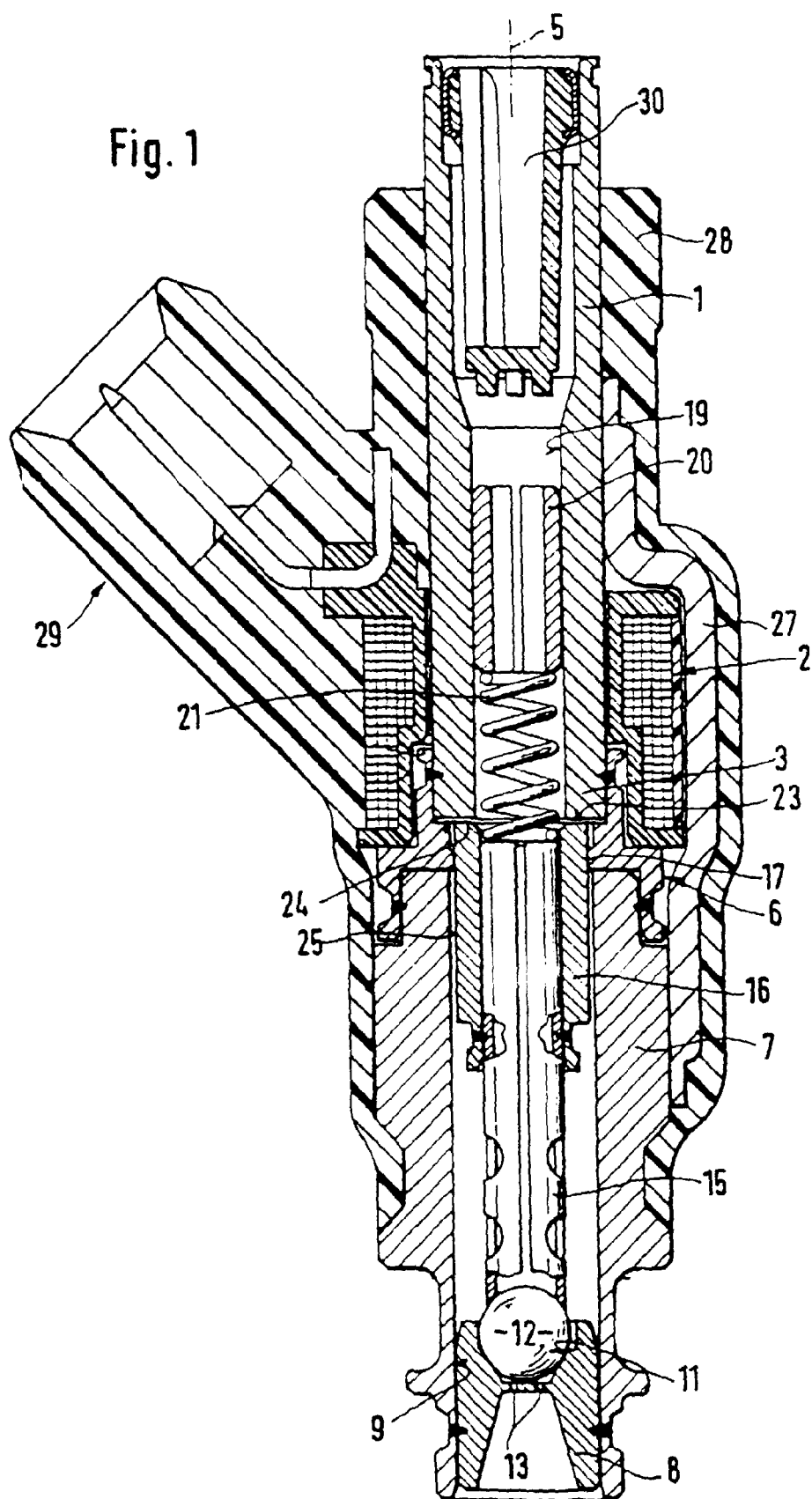
1. Process for treating at least one component which is made from soft magnetic material by annealing and producing a wear-resistant layer, characterized in that the component (1, 16, 34, 48) is introduced into a reaction chamber (61) which can be closed off and then, without intervening conveyance, the component (1, 16, 34, 48) is annealed and the wear-resistant layer (84) is produced on the component in this reaction chamber (61) of a pulsed plasma installation while maintaining the soft magnetic properties at temperatures in the range from over 750 to 950°C.
2. Process according to Claim 1, characterized in that the annealing and the production of the wear-resistant layer (81) takes place successively, irrespective of the sequence.
3. Process according to Claim 2, characterized in that the annealing takes place first, followed by the production of the wear-resistant layer (84).
4. Process according to Claim 1, characterized in that the annealing and the production of the wear-resistant layer (84) take place simultaneously.
5. Process according to one of Claims 1 to 3, characterized in that the annealing takes place under a vacuum.
6. Process according to one of Claims 1 to 3, characterized in that firstly the reaction chamber (61) is evacuated,

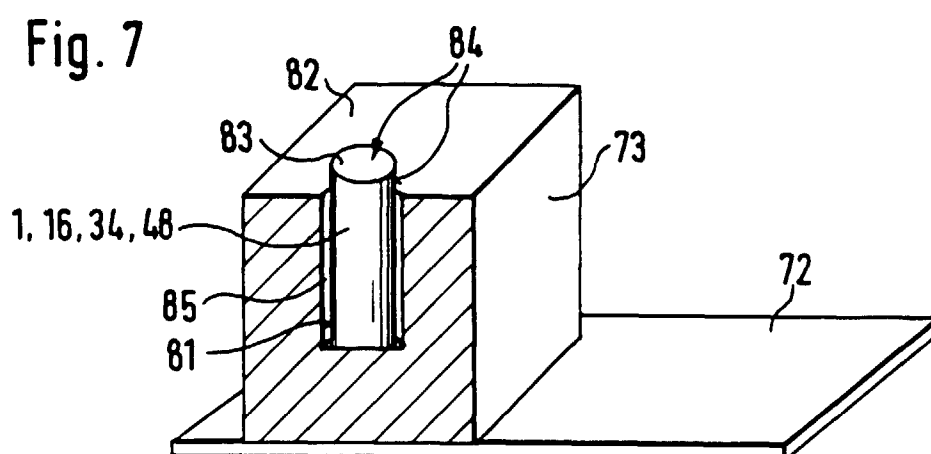
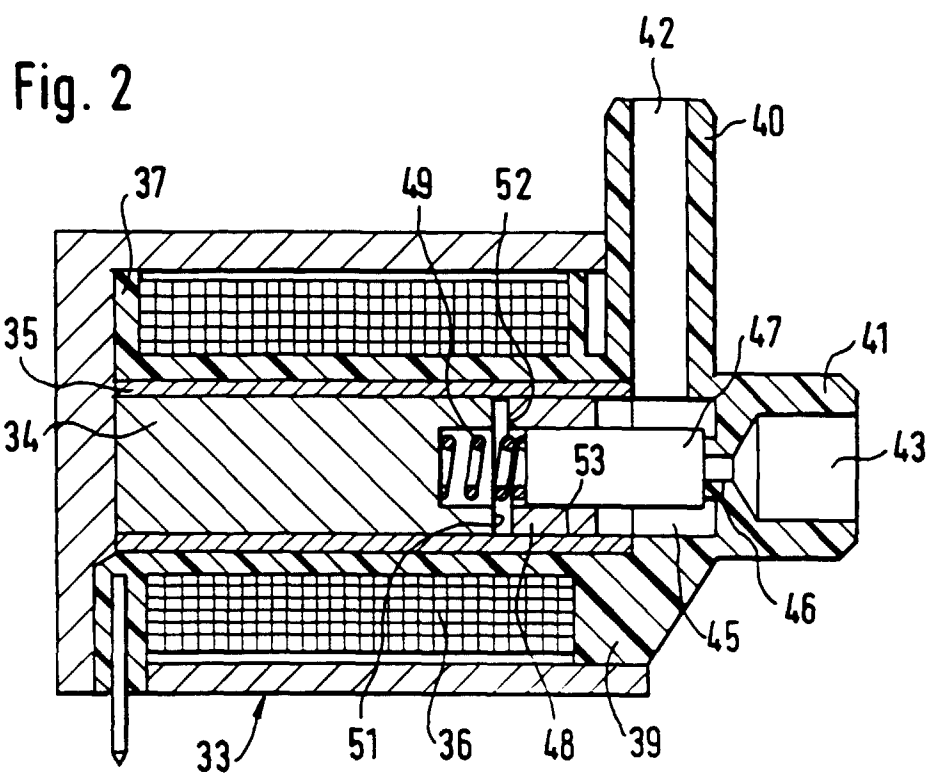
and then an inert gas, a noble gas or a redacting gas, or a mixture of the these, is introduced into the reaction chamber (61), and after this the annealing takes place in the presence of this gas.

7. Process according to one of Claims 1 to 4, characterized in that the wear-resistant layer (84) is produced by plasma nitriding or gas nitriding in the reaction chamber (61).
8. Process according to one of Claims 1 to 4, characterized in that the component (1, 16, 34, 48) is made from soft magnetic chromium steel.

Revendications

1. Procédé de traitement d'au moins une pièce en matériau à aimantation douce (faiblement magnétique) pour recuire et former une couche anti-usure, caractérisé en ce qu' on place la pièce (1, 16, 34, 48) dans une chambre de réaction (61) susceptible d'être fermée, et sans transport intermédiaire, on effectue le recuit de la pièce (1, 16, 34, 48) et on forme la couche anti-usure (84) sur la pièce dans cette chambre de réaction (61) d'une installation au plasma impulsionnel, en conservant les propriétés d'aimantation douce à des températures dans une plage supérieure à 750°C-950°C.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu' indépendamment de l'ordre de l'opération de recuit et de l'opération de formation d'une couche anti-usure (82), ces opérations sont faites l'une après l'autre.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu' on effectue d'abord le recuit puis on forme la couche anti-usure (84).
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que simultanément on recuit et on forme la couche anti-usure (84).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le recuit se fait sous vide.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu' on évacue tout d'abord la chambre de réaction (61) puis on introduit dans la chambre de réaction (61) un gaz inerte, un gaz noble ou un gaz réducteur ou un mélange de ceux-ci puis on recuit en présence de ce gaz.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu' on forme la couche anti-usure (84) par nitruration au plasma ou nitruration au gaz dans la chambre de réaction (61).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu' on réalise la pièce (1, 16, 34, 48) en un acier au chrome à aimantation douce (faible aimantation).





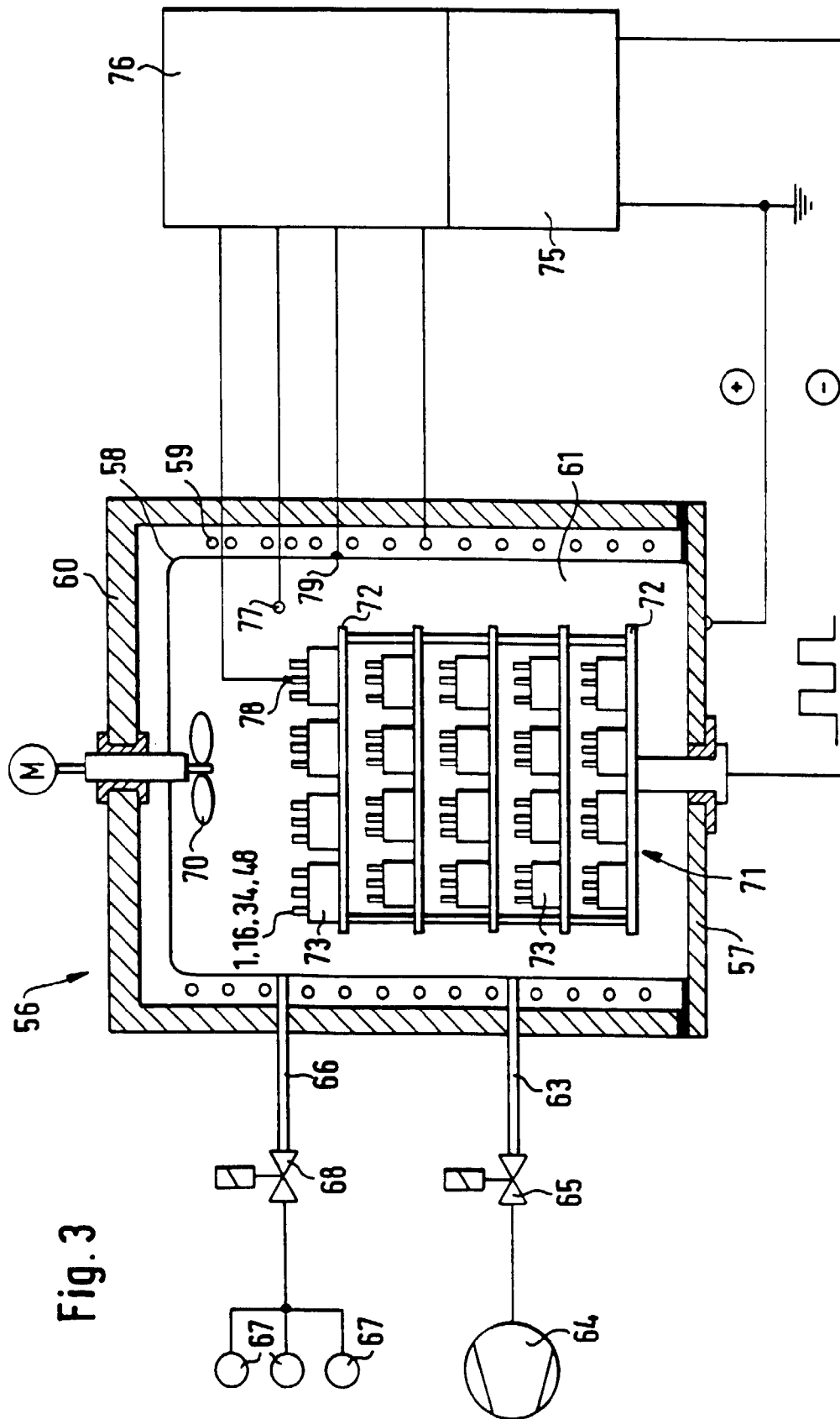


Fig. 3

