

(19)



(11)

EP 2 798 650 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.02.2016 Patentblatt 2016/05

(51) Int Cl.:
H01F 7/08 (2006.01) H01F 7/126 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12794233.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/073049

(22) Anmeldetag: **20.11.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/097984 (04.07.2013 Gazette 2013/27)

(54) **MAGNETVENTIL, INSBESONDERE MENGENSTEUERVENTIL EINER KRAFTSTOFF-HOCHDRUCKPUMPE**

SOLENOID VALVE, IN PARTICULAR QUANTITY CONTROL VALVE FOR A HIGH-PRESSURE FUEL PUMP

ÉLECTROVANNE, EN PARTICULIER VANNE DE COMMANDE DE DÉBIT D'UNE POMPE À CARBURANT HAUTE PRESSION

(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

(30) Priorität: **27.12.2011 DE 102011089999**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.11.2014 Patentblatt 2014/45

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

(72) Erfinder:
• **SEITTER, Max**
75417 Muehlacker (DE)

- **HAUBOLD, Tilla**
44141 Dortmund (DE)
- **BONN, Ruthard**
74523 Schwaebisch Hall (DE)
- **SALTIKOV, Pavlo**
71334 Waiblingen (DE)
- **MATIC, Mario**
70825 Korntal-Muenchingen (DE)
- **BUESER, Wolfgang**
71726 Benningen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-U1-202008 008 142 US-A- 2 997 633
US-A- 5 752 308

EP 2 798 650 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Magnetventil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren nach dem nebengeordneten Patentanspruch.

[0002] Vom Markt her bekannt sind Magnetventile für eine Vielzahl von Anwendungen. Beispielsweise können Mengensteuerventile für Kraftstoff-Hochdruckpumpen mittels magnetischer Kraft eine durch die Kraftstoff-Hochdruckpumpe geförderte Kraftstoffmenge steuern. Dadurch kann eine definierte Fördermenge des Kraftstoffs unter hohem Druck in einen Druckspeicher ("Rail") für eine Brennkraftmaschine gepumpt werden. Häufig sind die Magnetventile derart ausgeführt, dass bei Bestromung einer Spule ein Anker gegen einen Anschlag, beispielsweise an einem Polkern, anschlagen kann. Ein Solenoid-Aktuator, geeignet für Einspritzventile, wobei Anker und Pol-Teile thermisch gehärtet sind, ist bekannt von US 5 752 308.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird durch ein Magnetventil nach Anspruch 1, sowie durch ein Verfahren nach dem nebengeordneten Anspruch gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen angegeben. Für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in den Zeichnungen, wobei die Merkmale sowohl in Alleinstellung als auch in unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wichtig sein können, ohne dass hierauf nochmals explizit hingewiesen wird.

[0004] Die Erfindung weist den Vorteil auf, dass ein Magnetventil besonders verschleißfest ausgeführt werden kann, wobei ein Polkern gute weichmagnetische Eigenschaften aufweist und ein an einem Endbereich des Polkerns gebildeter Ankeranschlag besonders dauerhaft ist. Der Ankeranschlag kann eine magnetische Trennschicht, beispielsweise eine Hartchromschicht aufweisen, wobei ein Material des Polkerns in einer Umgebung der Hartchromschicht vergleichsweise fest ist, obwohl der Polkern insgesamt aus einem an sich eher weichen Material hergestellt ist. Weiterhin kann mittels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung des Magnetventils ein Polkern besonders präzise und zugleich effizient hergestellt werden. Durch ein sequenzielles Bearbeiten in vorzugsweise einer Einspannung wird eine vergleichsweise hohe Positioniergenauigkeit des umgeformten Materialbereichs erreicht. Die Herstellung ermöglicht ein formgenaues Bearbeiten und ist zudem vergleichsweise kostengünstig.

[0005] Die Erfindung betrifft ein Magnetventil, insbesondere ein Mengensteuerventil einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe, mit einem Polkern und einem axial bewegbaren Anker, wobei eine Stirnseite des Polkerns einen Anschlag für den Anker bildet. Erfindungsgemäß ist der

Polkern aus einem ferritischen Material, beispielsweise einem nichtrostenden ferritischen Stahl, hergestellt, und die den Anschlag bildende Stirnseite des Polkerns ist an einem durch eine plastische Kaltumformung hergestellten Abschnitt vorhanden. Dabei wird von der Überlegung ausgegangen, dass ein weichgeglühter nichtrostender ferritischer Stahl - beispielsweise aus einem "1.4511"-Werkstoff - gute weichmagnetische Eigenschaften aufweist, wobei der Stahl jedoch mechanisch ebenfalls vergleichsweise "weich" ist. Eine Kaltumformung des Stahls kann diesen zwar insgesamt härter machen, wobei aber die magnetischen Eigenschaften des Polkerns beeinträchtigt werden. Daher ist erfindungsgemäß nur der dem Anker zugewandte Endbereich bzw. die betreffende Stirnseite des Polkerns plastisch kaltverformt ausgeführt. Darüber hinaus kann die Erfindung gegebenenfalls auch für andere Materialien als ferritische Stähle und auch für andere Einsatzfälle als Magnetventile angewendet werden.

[0006] Die Dauerfestigkeit des Magnetventils wird verbessert, wenn der Anschlag mit einer Hartchromschicht beschichtet ist. Die Hartchromschicht macht den Anschlag härter und ermöglicht zugleich eine magnetische Trennung, wenn der Anker angeschlagen ist, wodurch ein magnetisches Festkleben des Ankers an dem Anschlag zumindest reduziert ist. Die plastische Kaltumformung des Polkerns ermöglicht dabei einen besonders festen Untergrund für die vorzugsweise galvanisch aufgebrachte Hartchromschicht, wodurch die Dauerfestigkeit und die Dauerhaftigkeit der Hartchromschicht am Untergrund verbessert wird.

[0007] Insbesondere sieht die Erfindung vor, dass die den Anschlag bildende Stirnseite des Polkerns an einem durch radiales Rundhämmern und/oder Walzen und/oder axiales Stauchen und/oder Taumelpressen hergestellten Abschnitt vorhanden ist. Diese Herstellungsschritte ermöglichen auf einfache und kostengünstige Weise eine an der Stirnseite lokal begrenzte plastische Kaltumformung. Dadurch weist lediglich der dem Anker zugewandte Endbereich bzw. die Stirnseite des Polkerns eine vergrößerte Härte auf, wodurch - insbesondere zusammen mit der Hartchromschicht - die Dauerfestigkeit des Magnetventils erhöht wird. Zugleich sind die übrigen Abschnitte des Polkerns nicht kalt umgeformt und weisen daher gute weichmagnetische Eigenschaften auf.

[0008] Das Magnetventil arbeitet präziser, wenn die den Anschlag bildende Stirnseite des Polkerns an einem nach der plastischen Kaltumformung spanend bearbeiteten Abschnitt vorhanden ist. Dadurch weist die Stirnseite zugleich eine große Härte und besonders geringe mechanische Toleranzen auf.

[0009] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des Magnetventils, wobei der Polkern für das Magnetventil mittels der nachfolgenden Schritte hergestellt wird:

- (a) ein Endabschnitt eines ferrimagnetischen oder ferromagnetischen Materials wird plastisch umge-

formt;

(b) der Endabschnitt wird spanend bearbeitet.

[0010] Die im ersten Schritt (a) erfolgende plastische Umformung Kalttermöglicht die für den Anschlag bzw. für den Untergrund der Hartchromschicht erforderliche große Härte. Die im zweiten Schritt (b) durchgeführte spanende Bearbeitung ermöglicht besonders kleine mechanische Toleranzen. Dies ist insbesondere an dem Anschlag von Vorteil, damit im Betrieb des Magnetventils ein jeweils minimaler bzw. optimaler Luftspalt gebildet werden kann. Die spanende Bearbeitung erfolgt nur so weit, dass ein genügendes Volumen des plastisch umgeformtes Materials an dem Endbereich des Polkerns verbleibt.

[0011] Vorzugsweise wird das Verfahren derart durchgeführt, dass die plastische Kalt-Umformung mittels radialem Rundhämmern und/oder mittels Walzen und/oder mittels axialem Stauchen und/oder mittels Taumelpresen erfolgt. Dies sind besonders geeignete Möglichkeiten zur plastischen Umformung, wenn nur ein vergleichsweise kleines Volumen des ferrimagnetischen oder ferromagnetischen Materials plastisch umgeformt werden soll.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit den folgenden Schritten besonders präzise und effizient durchgeführt werden:

vor dem Schritt (a): Einspannen eines stangenförmigen Materials in eine Spannvorrichtung;
nach dem Schritt (b): Abtrennen des bearbeiteten Endabschnitts, Verschieben des stangenförmigen Materials um ein axiales Maß in der Spannvorrichtung und Wiederholen der bisherigen Schritte.

[0013] Das vor dem Schritt (a) eingespannte stangenförmige Material stellt eine Rohform dar, aus der eine Anzahl von Polkernen nacheinander hergestellt wird. Dazu wird das stangenförmige Material beispielsweise in einen Drehautomaten (Zerspanungsmaschine) eingespannt. Im Schritt (a) wird dann der jeweilige Endabschnitt der Rohform mittels der oben beschriebenen Bearbeitungsmöglichkeiten plastisch Kaltumgeformt. Danach erfolgt im Schritt (b) - vorzugsweise ohne einen Umspannvorgang - die spanende Bearbeitung des jeweiligen Endabschnitts der Rohform auf ein vorgegebenes Maß. Nach dem Schritt (b) wird der bearbeitete Endabschnitt, also der im Wesentlichen fertige Polkern, abgetrennt. Danach werden das stangenförmige Material in etwa um ein axiales Maß des Polkerns in Richtung eines Bearbeitungswerkzeugs in der Spannvorrichtung verschoben und die bisherigen Schritte wiederholt. Dadurch entfällt nicht nur mindestens ein Umspannvorgang, sondern ebenso ein jeweiliges neues Positionieren des Werkstücks, wodurch zusätzliche Herstelltoleranzen vermieden werden können.

[0014] Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die

Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine teilweise Schnittansicht einer ersten Ausführungsform eines Mengensteuerventils;
- Figur 2 eine teilweise Schnittansicht einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung einer zweiten Ausführungsform des Mengensteuerventils;
- Figur 3 eine schematische Darstellung einer Kaltumformung durch Verringerung eines Querschnitts;
- Figur 4 eine schematische Darstellung einer Kaltumformung durch Vergrößerung des Querschnitts;
- Figur 5 ein Polkern der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung von Figur 2 in einer räumlichen Ansicht; und
- Figur 6 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung des Polkerns.

[0015] Es werden für funktionsäquivalente Elemente und Größen in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0016] Die Figur 1 zeigt eine teilweise Schnittansicht einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 10 einer ersten Ausführungsform eines Mengensteuerventils 12. Das Mengensteuerventil 12 ist Teil einer (nicht gezeigten) Hochdruckpumpe eines Kraftstoffsystems zur Benzin-Direkteinspritzung einer Brennkraftmaschine. Dargestellt sind unter anderem einige Abschnitte eines Gehäuses 14, ein axial zu einer Längsachse 16 bewegbarer Anker 18, und eine Spule 20. Der Anker 18 weist axiale Bohrungen 19 auf und ist in einem Führungsabschnitt 22 aufgenommen. Weiterhin ist der Anker 18 starr mit einer Ventilnadel 24 gekoppelt. Eine als Schraubenfeder ausgeführte Ankerfeder 25 drückt den Anker 18 in der Zeichnung vertikal nach unten. Ein in der Zeichnung unterer Endabschnitt der Ventilnadel 24 kann eine Ventilplatte 28 gegen die Kraft einer an der Ventilplatte 28 angreifenden Ventilfeeder 30 beaufschlagen. Die Ventilplatte 28 arbeitet gegen einen Ventilsitz 32. Ein in der Zeichnung unterer Endbereich des Gehäuses 14 umfasst einen Topf 34, gegen den sich die Ventilfeeder 30 abstützt. Die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 10 bzw. das Mengensteuerventil 12 sind im Wesentlichen rotationssymmetrisch um die Längsachse 16 ausgebildet, jedoch in der Zeichnung nur rechts der Längsachse 16 dargestellt.

[0017] Der Führungsabschnitt 22 umschließt den Anker 18 radial und führt den Magnetfluss als Teil eines magnetischen Kreises, der vorliegend durch eine in der Zeichnung nur angedeutete magnetische Rückführung

36 vervollständigt wird. Weiterhin umfasst der Führungsabschnitt 22 einen im oberen Bereich der Zeichnung angeordneten topfförmigen Polkern 38. Der Polkern 38 weist an einer dem Anker 18 zugewandten Stirnseite 37 einen ringförmigen Anschlag 39 auf, an dem der Anker 18 anschlagen kann. Der Anschlag 39 ist beispielsweise mittels einer Hartchromschicht 60 (siehe auch Figur 5) ausgeführt.

[0018] Die elektromagnetische Betätigungseinrichtung 10 ist vorliegend in einem unbestromten Zustand dargestellt. Die Ankerfeder 25 beaufschlagt den Anker 18 zusammen mit der Ventilnadel 24 in der Zeichnung vertikal nach unten, so dass die Ventilplatte 28 gegen die Kraft der Ventilfeeder 30 ebenfalls nach unten beaufschlagt wird und einen Spalt 40, durch welchen Kraftstoff strömen kann, freigibt.

[0019] Wird die Spule 20 bestromt, so wird der Anker 18 von dem Polkern 38 durch Magnetkraft bis an den Anschlag 39 angezogen. Damit wird auch die Ventilnadel 24 von der Ventilplatte 28 abgehoben, so dass die Ventilfeeder 30 die Ventilplatte 28 gegen den Ventilsitz 32 drücken kann, und das Mengensteuerventil 12 somit schließt.

[0020] Die magnetischen Materialkomponenten der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 10 führen den bei Bestromung der Spule 20 erzeugten magnetischen Fluss und bilden vorliegend den relativ größten Volumenanteil des Führungsabschnitts 22. In der Nähe des Anschlags 39 ist eine nichtmagnetische Komponente 44 derart angeordnet, dass ein in der Zeichnung oberer und unterer Bereich des Führungsabschnitts 22 magnetisch getrennt sind.

[0021] Die Figur 2 zeigt eine teilweise Schnittansicht der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 10 einer zweiten Ausführungsform des Mengensteuerventils 12, welche der ersten Ausführungsform der Figur 1 im Wesentlichen ähnlich ist. In einem in der Zeichnung oberen Abschnitt ist die Ankerfeder 25 in einer zentrischen axialen Bohrung des Polkerns 38 an einem Klemmstück 46 angeschlagen. Der Anker 18 weist an einer dem Polkern 38 zugewandten Stirnseite eine ringförmige Kontaktfläche 48 auf, welche in etwa deckungsgleich zu dem ringförmigen Anschlag 39 ist. Vorliegend ist der Anschlag 39 von der Kontaktfläche 48 um eine axiales Maß (ohne Bezugszeichen) beabstandet.

[0022] Figur 3 zeigt eine erste schematische Darstellung einer Kaltumformung an einem Endabschnitt 52 eines nichtrostenden ferrimagnetischen oder ferromagnetischen stangenförmigen Materials 51. Die Zeichnung zeigt, wie ein erster Querschnitt 54 des stangenförmigen Materials 51 an einem Endbereich 50a des Endabschnitts 52 mittels Kaltumformung durch Verringerung auf einen zweiten Querschnitt 56a umgeformt werden kann bzw. umgeformt wurde. Vorzugsweise erfolgt die Verringerung des Querschnitts 54 mittels radialem Rundhämmern, mittels Walzen, mittels axialem Stauchen, mittels Taumelpressen oder einer Kombination daraus.

[0023] Aus dem Endbereich 50a des Endabschnitts 52 des stangenförmigen Materials 51 wird bzw. wurde somit ein Endbereich 50b des Polkerns 38. Der Endbereich 50b stellt also einen Abschnitt dar, an dem die den Anschlag 39 bildende Stirnseite 37 des Polkerns 38 vorhanden ist. Der Endbereich 50b ist in der Zeichnung schraffiert dargestellt und weist infolge der Kaltumformung eine erhöhte Festigkeit auf. Zwischen dem Endbereich 50b und dem übrigen Endabschnitt 52 ist ein gestrichelt gezeichneter konischer Übergangsbereich 55 vorhanden. In einem der auf die Figur 3 folgenden Bearbeitungsschritte wird der derart vorgefertigte Polkern 38 an einer Trennstelle 57 von dem stangenförmigen Material 51 abgetrennt, zuvor aber ggf. noch spanend geformt, beispielsweise durch Drehen.

[0024] Figur 4 zeigt eine zweite schematische Darstellung einer zu der Figur 3 alternativen Kaltumformung an dem Endbereich 50a. Die Zeichnung zeigt, wie der erste Querschnitt 54 des stangenförmigen Materials 51 an dem Endbereich 50a mittels Kaltumformung durch Vergrößerung auf einen zweiten Querschnitt 56b umgeformt werden kann bzw. umgeformt wurde. Dies erfolgt vorzugsweise ebenfalls mit den bei der Figur 3 beschriebenen Bearbeitungsmöglichkeiten.

[0025] Das in dem Endbereich 50b des Polkerns 38 in den Figuren 3 und 4 kalt umgeformte Material weist infolge der Kaltumformung eine vergrößerte Härte auf. Auf die Stirnseite 37 des Endbereichs 50b kann gegebenenfalls die Hartchromschicht 60 aufgebracht werden.

[0026] Figur 5 zeigt eine räumliche Ansicht des Polkerns 38 in einem auf die Figur 3 folgenden fertigen Zustand. Der in der Zeichnung unten dargestellte Endbereich 50b des Polkerns 38 weist infolge einer spanenden Bearbeitung einen in Bezug auf den zweiten Querschnitt 56a verminderten zweiten Querschnitt 56c auf. Ebenso wurde die Stirnseite 37 spanend bearbeitet und weist ein in Bezug auf die Figur 3 verändertes axiales Endmaß (ohne Bezugszeichen) auf. Auf der Stirnseite 37 ist eine Hartchromschicht 60 galvanisch aufgetragen.

[0027] Figur 6 zeigt ein Flussdiagramm zur Durchführung eines Verfahrens zur Herstellung des Polkerns 38. Ein Block 62 stellt einen ersten Schritt dar, bei dem das stangenförmige Material 51 in eine Spannvorrichtung eines Drehautomaten eingespannt wird. Das stangenförmige Material 51 weist einen weichgeglühten Zustand auf. Ein folgender Block 64 zeigt einen zweiten Schritt (a), bei dem der Endbereich 50a des stangenförmigen Materials 51 plastisch mittels Kaltumformung zu dem Endbereich 50b umgeformt wird. Dies erfolgt vorzugsweise durch radiales Rundhämmern und/oder Walzen und/oder axiales Stauchen und/oder Taumelpressen.

[0028] Ein folgender Block 66 zeigt einen dritten Schritt (b), bei dem der Endabschnitt 52 an dem Endbereich 50b spanend bearbeitet wird. Ein folgender Block 68 zeigt einen vierten Schritt, bei dem der bearbeitete Endabschnitt 52 von dem stangenförmigen Material 51 an der Trennstelle 57 abgetrennt wird. Ein folgender Block 70 zeigt einen fünften Schritt, bei dem das stangenförmige

mige Material 51 um ein axiales Maß in der Spannvorrichtung verschoben wird. Danach werden die in den Blöcken 62 bis 70 beschriebenen Schritte wiederholt, bis das stangenförmige Material 51 aufgebraucht ist.

[0029] Durch die beschriebenen Verfahrensschritte wird die für einen dauerhaften Betrieb des Magnetventils bzw. des Mengensteuerventils 12 erforderliche Härte des Anschlags 39 erreicht. Zugleich behält der Polkern 38 im Wesentlichen die magnetischen Eigenschaften des weichgeglühten Zustands bei, weil der durch die Kaltumformung und die spanende Bearbeitung betroffene Materialbereich vergleichsweise klein ist.

Patentansprüche

1. Magnetventil, insbesondere Mengensteuerventil (12) einer Kraftstoff-Hochdruckpumpe, mit einem Polkern (38) und einem axial bewegbaren Anker (18), wobei eine Stirnseite (37) des Polkerns (38) einen Anschlag (39) für den Anker (18) bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Polkern (38) aus einem ferritischen Material, insbesondere einem nichtrostenden ferritischen Stahl, und die den Anschlag (39) bildende Stirnseite (37) des Polkerns (38) an einem durch eine plastische Kaltumformung hergestellten Abschnitt (50b) vorhanden ist.
2. Magnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anschlag (39) mit einer Hartchromschicht (60) beschichtet ist.
3. Magnetventil nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Anschlag (39) bildende Stirnseite (37) des Polkerns (38) an einem durch radiales Rundhämmern und/oder Walzen und/oder axiales Stauchen und/oder Taumelpressen hergestellten Abschnitt (50b) vorhanden ist.
4. Magnetventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Anschlag (39) bildende Stirnseite (37) des Polkerns (38) an einem nach der plastischen Kaltumformung spanend bearbeiteten Abschnitt (50b) vorhanden ist.
5. Verfahren zur Herstellung eines Magnetventils, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Polkern (38) für das Magnetventil mittels der nachfolgenden Schritte hergestellt wird:
 - (a) ein Endabschnitt (52) eines ferrimagnetischen oder ferromagnetischen Materials (51) wird plastisch Kaltumgeformt;
 - (b) der Endabschnitt (52) wird spanend bearbeitet.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Umformung mittels ra-

dialem Rundhämmern und/oder mittels Walzen und/oder mittels axialem Stauchen und/oder mittels Taumelpressen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es folgende Schritte umfasst:

vor dem Schritt (a): Einspannen eines stangenförmigen Materials (51) in eine Spannvorrichtung;
nach dem Schritt (b): Abtrennen des bearbeiteten Endabschnitts (52), Verschieben des stangenförmigen Materials (51) um ein axiales Maß in der Spannvorrichtung und Wiederholen der bisherigen Schritte.

Claims

1. Solenoid valve, in particular quantity control valve (12) of a high-pressure fuel pump, having a pole core (38) and an axially movable armature (18), an end side (37) of the pole core (38) forming a stop (39) for the armature (18), **characterized in that** the pole core (38) is made from a ferritic material, in particular a stainless ferritic steel, and that end side (37) of the pole core (38) which forms the stop (39) is present on a section (50b) which is produced by way of plastic cold working.
2. Solenoid valve according to Claim 1, **characterized in that** the stop (39) is coated with a hard chromium layer (60).
3. Solenoid valve according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** that end side (37) of the pole core (38) which forms the stop (39) is present on a section (50b) which is produced by way of radial swaging and/or rolling and/or axial upset-forging and/or wobble pressing.
4. Solenoid valve according to one of the preceding claims, **characterized in that** that end side (37) of the pole core (38) which forms the stop (39) is present on a section (50b) which has been machined after the plastic cold working.
5. Method for producing a solenoid valve, **characterized in that** a pole core (38) for the solenoid valve is produced by means of the following steps:
 - (a) an end section (52) of a ferrimagnetic or ferromagnetic material (51) is cold worked plastically;
 - (b) the end section (52) is machined.
6. Method according to Claim 5, **characterized in that**

the plastic deformation takes place by means of radial swaging and/or by means of rolling and/or by means of axial upset-forging and/or by means of wobble pressing.

7. Method according to either of Claims 5 and 6, **characterized in that** it comprises the following steps:

before step (a): clamping of a rod-shaped material (51) into a clamping apparatus;
after step (b): severing of the machined end section (52), displacing of the rod-shaped material (51) by an axial amount in the clamping apparatus, and repeating of the previous steps.

Revendications

1. Électrovanne, en particulier vanne de commande de débit (12) d'une pompe à carburant haute pression, comprenant un noyau polaire (38) et un induit déplaçable axialement (18), un côté frontal (37) du noyau polaire (38) formant une butée (39) pour l'induit (18), **caractérisée en ce que** le noyau polaire (38) est constitué d'un matériau ferritique, en particulier d'un acier ferritique inoxydable, et le côté frontal (37) du noyau polaire (38) formant la butée (39) est disposé au niveau d'une partie (50b) réalisée par façonnage plastique à froid.
2. Électrovanne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la butée (39) est revêtue d'une couche de chrome dur (60).
3. Électrovanne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** le côté frontal (37) du noyau polaire (38) formant la butée (39) est disposé au niveau d'une partie (50b) réalisée par retreinte radiale et/ou par laminage et/ou par déformation par compression axiale et/ou par formage par outil oscillant.
4. Électrovanne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le côté frontal (37) du noyau polaire (38) formant la butée (39) est réalisé au niveau d'une partie (50b) usinée par enlèvement de copeaux après le façonnage plastique à froid.
5. Procédé de fabrication d'une électrovanne, **caractérisé en ce qu'**un noyau polaire (38) pour l'électrovanne est fabriqué au moyen des étapes suivantes :
 - (a) une partie d'extrémité (52) d'un matériau ferromagnétique ou ferrimagnétique (51) est façonnée plastiquement à froid ;
 - (b) la partie d'extrémité (52) est usinée par enlèvement de copeaux.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le façonnage plastique est réalisé par retreinte radiale et/ou par laminage et/ou par déformation par compression axiale et/ou par formage par outil oscillant.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, **caractérisé en ce qu'**il comprend les étapes suivantes :

avant l'étape (a) : serrage d'un matériau en forme de barre (51) dans un dispositif de serrage ;
après l'étape (b) : sectionnement de la partie d'extrémité usinée (52), déplacement du matériau en forme de barre (51) d'une dimension axiale dans le dispositif de serrage et répétition des étapes précédentes.

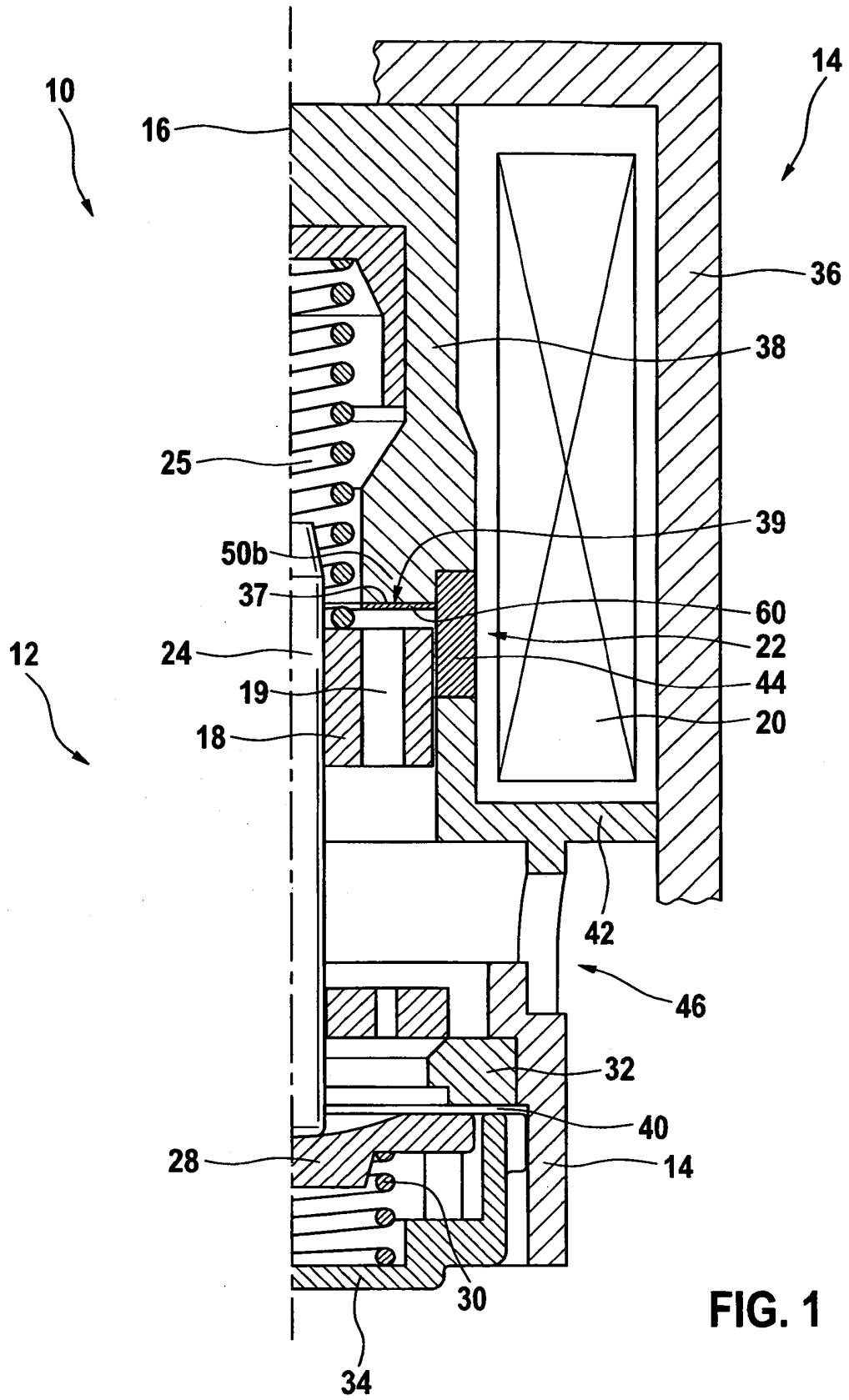
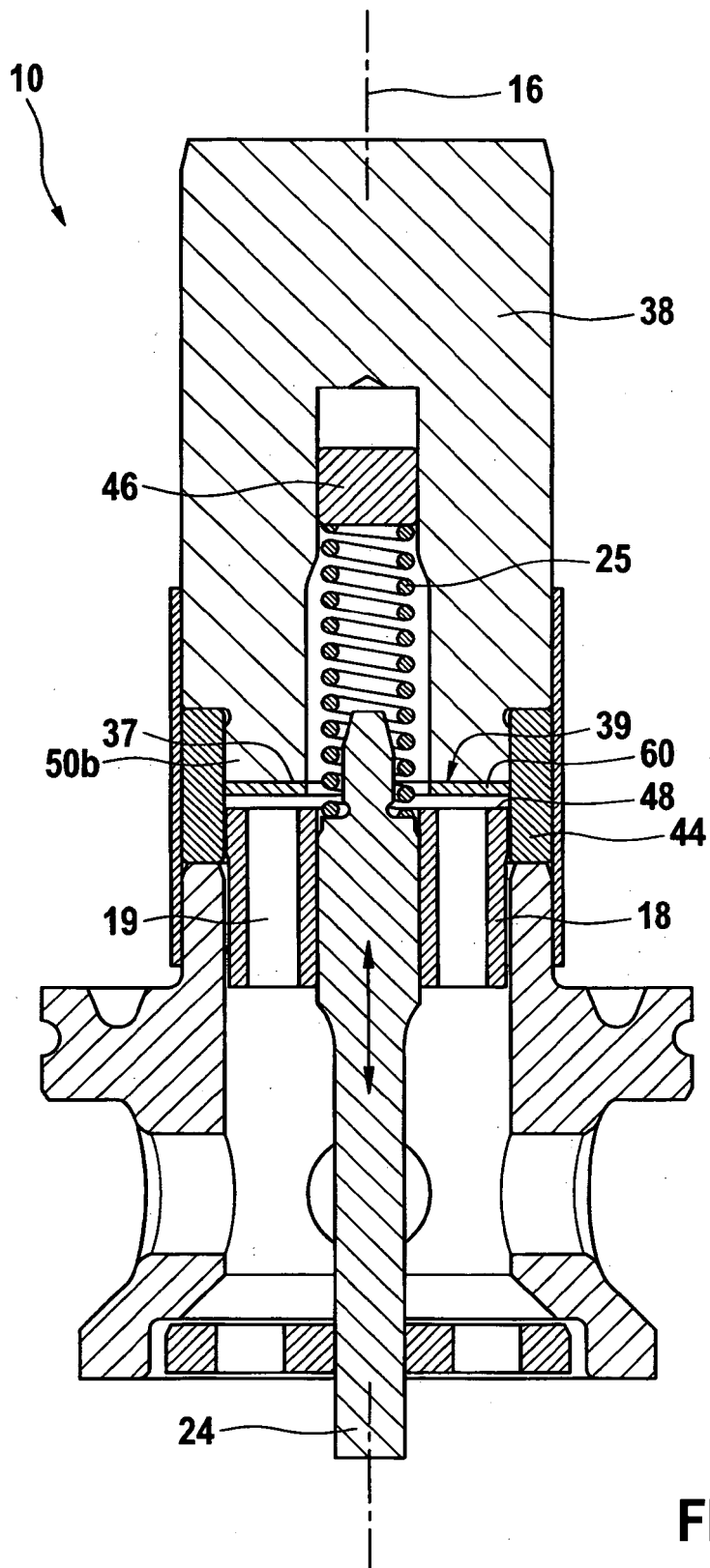


FIG. 1



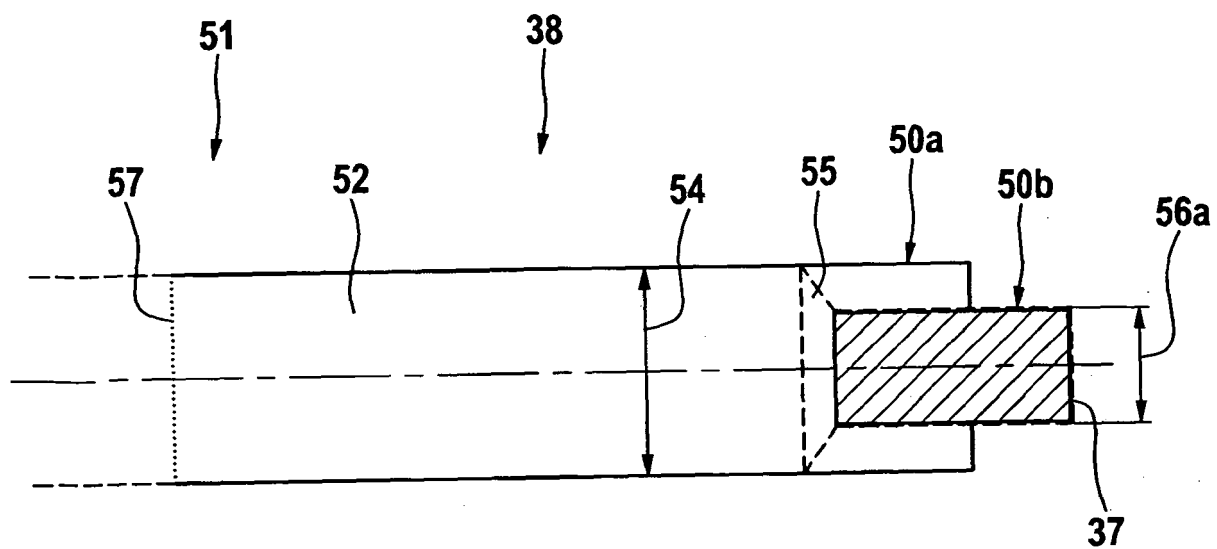


FIG. 3

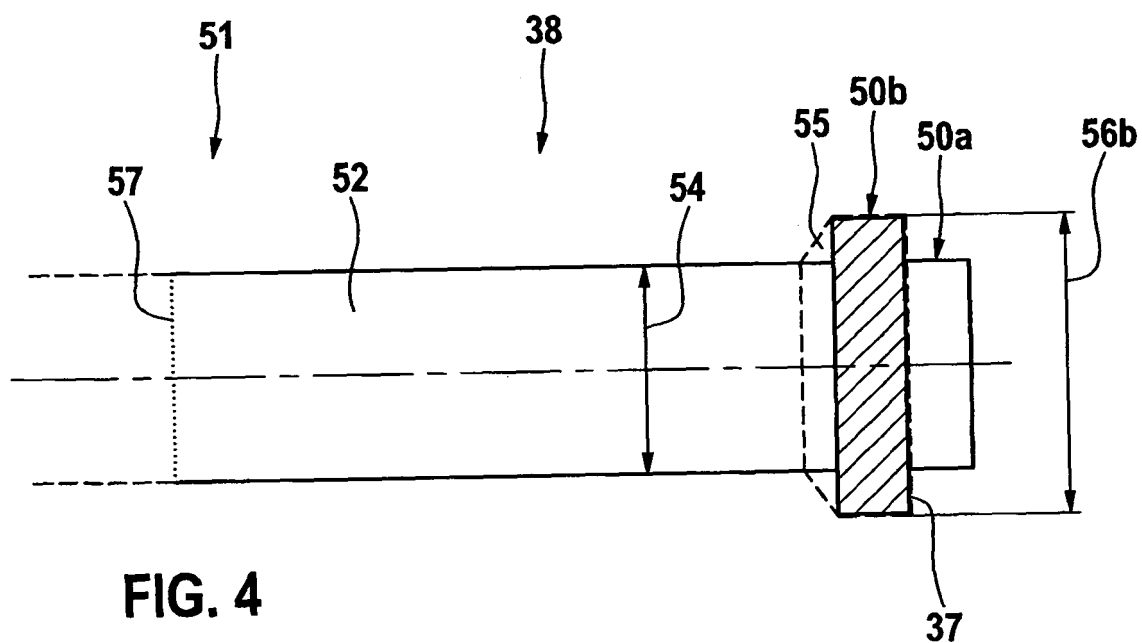


FIG. 4

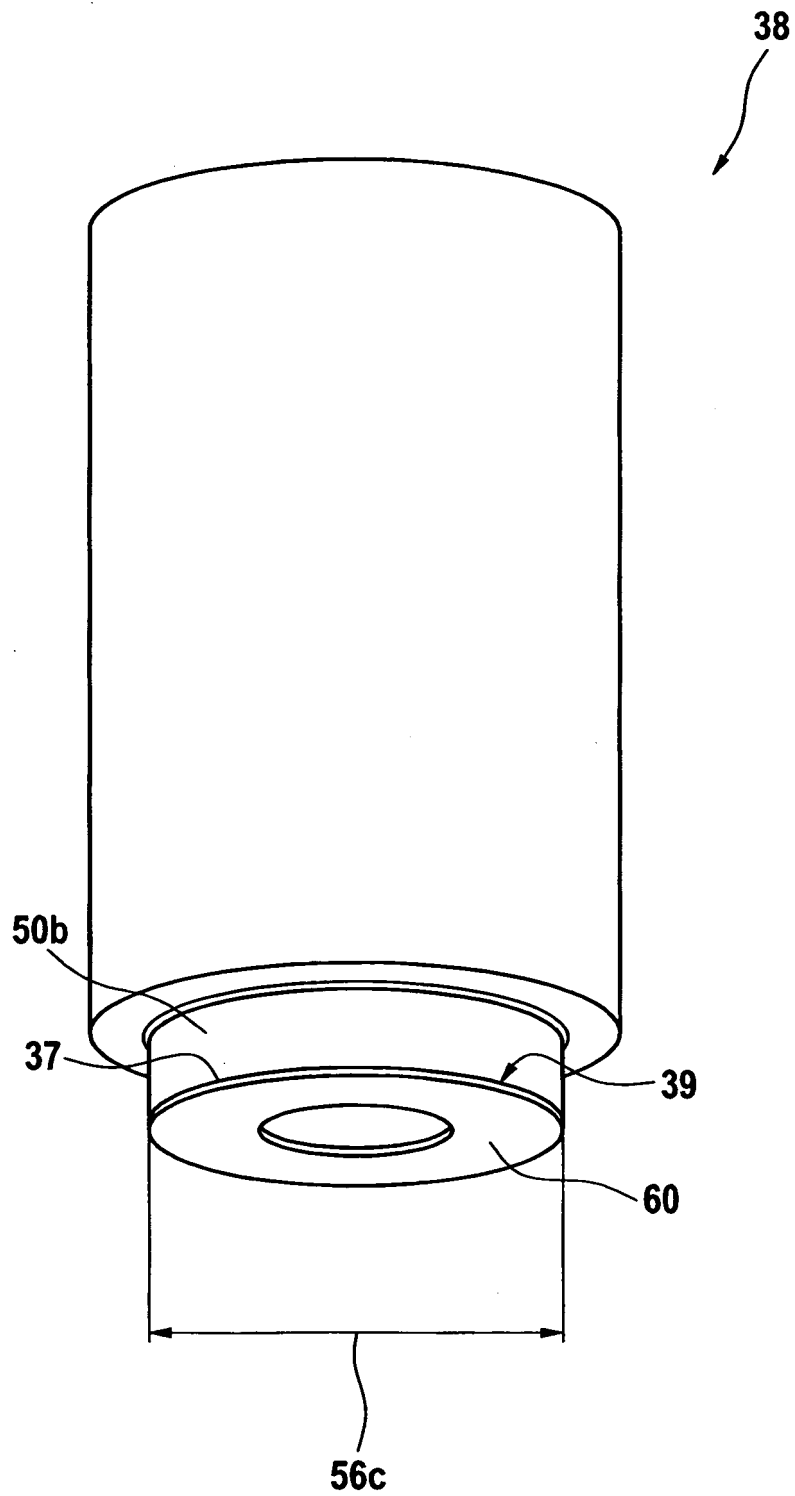


FIG. 5

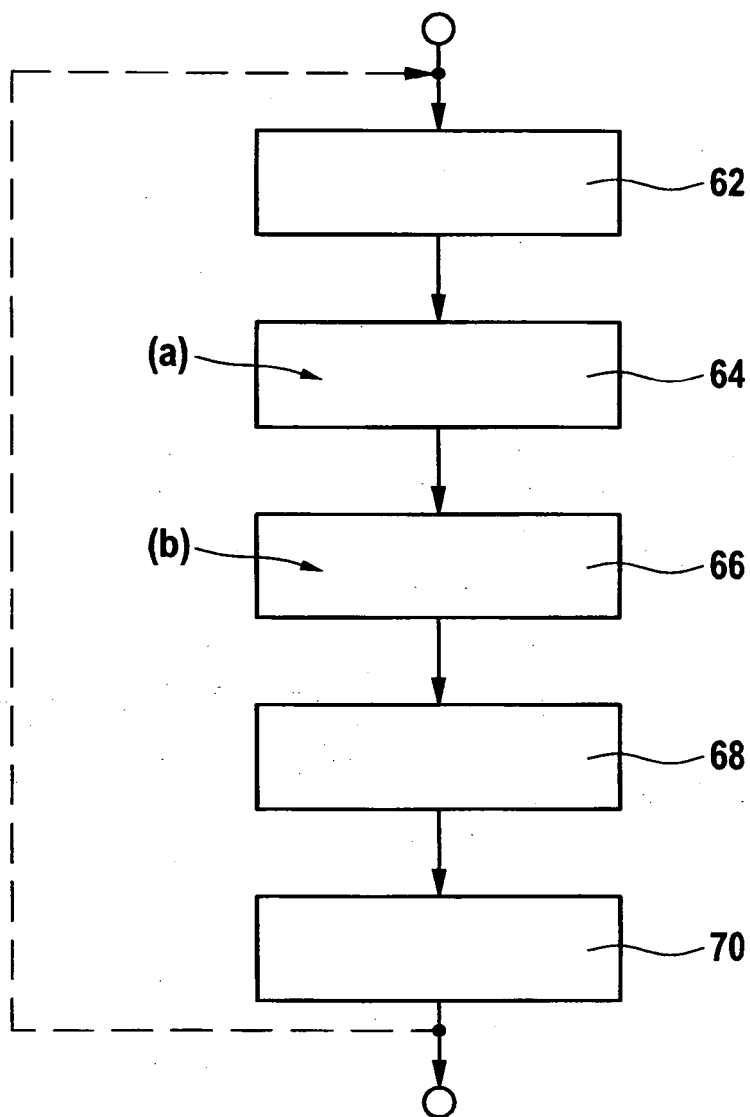


FIG. 6

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

- US 5752308 A [0002]