

(19)



(11)

**EP 2 097 913 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**26.02.2014 Patentblatt 2014/09**

(51) Int Cl.:  
**H01F 41/02 (2006.01)** **H01F 3/10 (2006.01)**  
**H01F 7/08 (2006.01)** **H01F 7/127 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07820538.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2007/060132**

(22) Anmeldetag: **25.09.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/061829 (29.05.2008 Gazette 2008/22)**

---

### **(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES FESTEN MAGNETKREISBAUTEILS**

METHOD FOR PRODUCING A STATIC MAGNETIC CIRCUIT COMPONENT

PROCÉDÉ POUR LA FABRICATION D'UN COMPOSANT DE CIRCUIT MAGNÉTIQUE FIXE

---

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

(30) Priorität: **22.11.2006 DE 102006055010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.09.2009 Patentblatt 2009/37**

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

(72) Erfinder:  
• **SEITTER, Max**  
    75417 Muehlacker (DE)  
• **OETINGER, Stefan**  
    96052 Bamberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 204 293** **EP-A- 0 629 711**  
**AU-A- 5 736 573** **DE-A1- 4 237 405**  
**DE-A1- 19 650 710** **US-A- 5 944 262**

**EP 2 097 913 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 geht aus von einem Verfahren zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils nach der Gattung des Hauptanspruchs.

**[0002]** In der Figur 1 ist ein bekanntes Brennstoffeinspritzventil aus dem Stand der Technik dargestellt, das einen klassischen dreiteiligen Aufbau eines inneren metallenen Strömungsführungsteils und zugleich Gehäusebauteils besitzt. Dieses innere Ventilrohr wird aus einem einen Innenpol bildenden Einlassstutzen, einem nichtmagnetischen Zwischenteil und einem einen Ventilsitz aufnehmenden Ventilsitzträger gebildet und in der Beschreibung zu Figur 1 näher erläutert.

**[0003]** Aus der DE 35 02 287 A1 ist bereits ein Verfahren zur Herstellung eines hohlzylindrischen metallenen Gehäuses mit zwei magnetisierbaren Gehäuseteilen und einer dazwischen liegenden, die Gehäuseteile magnetisch trennenden, amagnetischen Gehäusezone bekannt. Dieses metallene Gehäuse wird dabei aus einem magnetisierbaren Rohling einstückig bis auf ein Übermaß im Außendurchmesser vorbearbeitet, wobei in der Innenwand des Gehäuses in der Breite der gewünschten mittleren Gehäusezone eine Ringnut eingestochen wird. Bei rotierendem Gehäuse wird ein nichtmagnetisierbares Füllmaterial in die Ringnut unter Erwärmung des Ringnutbereichs gefüllt und die Rotation des Gehäuses bis zur Erstarrung des Füllmaterials aufrechterhalten. Anschließend wird das Gehäuse außen bis auf das Endmaß des Außendurchmessers überdreht, so dass keine Verbindung mehr zwischen den magnetisierbaren Gehäuseteilen besteht. Ein derart hergestelltes Ventilgehäuse kann z.B. in Magnetventilen für Antiblockiersysteme (ABS) von Kraftfahrzeugen zum Einsatz kommen.

**[0004]** Bekannt sind des weiteren aus der DE 42 37 405 C2 Verfahren zur Herstellung eines festen Kerns für Einspritzventile für Brennkraftmaschinen (Figur 5 des Dokuments). Die Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass unmittelbar oder über vorherige Umwandlungsprozesse ein einteiliges hülsenförmiges, magnetisches, martensitisches Werkstück bereitgestellt wird, das eine örtliche Wärmebehandlung in einem mittleren Abschnitt des magnetischen, martensitischen Werkstücks zur Umwandlung dieses mittleren Abschnitts in einen nichtmagnetischen, austenitischen mittleren Abschnitt erfährt. Alternativ werden bei der örtlichen Wärmebehandlung mittels Laser geschmolzenes Austenit bzw. geschmolzenes Ferrit bildende Elemente an den Ort der Wärmebehandlung zur Bildung eines nichtmagnetischen, austenitischen mittleren Abschnitts des festen Kerns hinzugefügt.

**[0005]** Aus der EP 0 629 711 A1 ist bereits ein Verfahren zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils für ein elektromagnetisch betätigbares Ventil bekannt, wobei das Magnetkreisbauteil wenigstens zwei Zonen besitzt und jeweils zwei unmittelbar aufeinander folgende

Zonen unterschiedliche Magneteigenschaften aufweisen. Ein becherförmiger Grundkörper aus einem magnetischen bzw. magnetisierbaren Material wird bereitgestellt. Eine vollständige erste Wärmebehandlung des Grundkörpers wird vorgenommen, die eine lokale zweite Wärmebehandlung des Grundkörpers zur Bildung eines Teilbereichs mit einem Gefüge aus Martensit und Restaustenit im ansonsten martensitischen Grundkörper folgt. Der so behandelte Grundkörper wird schließlich als Magnetkreisbauteil in einem Magnetkreis eines elektromagnetisch betätigbaren Ventils eingebaut. Im Bereich eines Arbeitsluftspaltes liegt insofern innerhalb des ansonsten martensitischen becherförmigen Grundkörpers eine magnetische Trennstelle über die gesamte Dicke des dünnwandigen Grundkörpers vor, um die die Magnetfeldlinien des Magnetkreises herumgeleitet werden, um einen Magnetanker gegen einen festen Innenpol bei Bestromung einer Magnetspule anziehen zu können. Der becherförmige Grundkörper ist als stationäres Ventilbauteil ein Teil des feststehenden äußeren Magnetkreises.

### Vorteile der Erfindung

**[0006]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass auf besonders einfache und kostengünstige Art und Weise Gehäuse mit einer magnetischen Trennung bzw. Magnetkreisbauteile mit lokal eingestellten magnetischen Eigenschaften insbesondere in Randschichten großserientechnisch zuverlässig herstellbar sind.

**[0007]** Insbesondere ist durch die Einfachheit der Einzelbauteile nur ein gegenüber den bekannten Herstellungsverfahren herabgesetzter Aufwand an Spezialwerkzeugen notwendig.

**[0008]** Von Vorteil ist es zudem, dass eine hohe Flexibilität in der Ausgestaltung der Geometrie des Magnetkreisbauteils selbst, wie z.B. bei Länge, Außendurchmesser, Abstufungen ermöglicht ist.

**[0009]** Von besonderem Vorteil ist es, dass auf üblicherweise zur Erzeugung von in ihren Magneteigenschaften geänderten Randschichten notwendige Beschichtungsverfahren, wie Carbonitrieren, verzichtet werden kann.

**[0010]** Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

### Zeichnung

**[0011]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Brennstoffeinspritzventil gemäß dem Stand der Technik mit einem dreiteiligen inneren metallenen Ventilrohr als

Gehäuse, Figuren 2 bis 7 schematisch Verfahrensschritte eines bekannten Verfahrens zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils in Form eines rohrförmigen Gehäuses, Figur 8 einen schematischen Ausschnitt aus einem Einspritzventil mit einem derart gestellten Gehäuse, Figuren 9 bis 13 schematisch Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils in Form eines Ankerbolzens, Figur 14 einen schematischen Ausschnitt aus einem Magnetkreis in Tauchankerausführung mit einem erfindungsgemäß hergestellten Ankerbolzen und Figur 15 einen schematischen Ausschnitt aus einem Magnetkreis in Flachankerausführung mit einer erfindungsgemäß hergestellten Ankerplatte.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0012]** Bevor anhand der Figuren 2 bis 15 die Verfahrensschritte des Verfahrens zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils beschrieben werden, soll anhand von Figur 1 ein Brennstoffeinspritzventil des Standes der Technik als ein mögliches Einsatzprodukt für ein erfindungsgemäß hergestelltes Magnetkreisbauteil näher erläutert werden.

**[0013]** Das in der Figur 1 beispielsweise dargestellte elektromagnetisch betätigbare Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen hat einen von einer Magnetspule 1 umgebenen, als Brennstoffeinlassstutzen und Innenpol dienenden rohrförmigen Kern 2, der beispielsweise über seine gesamte Länge einen konstanten Außendurchmesser aufweist. Ein in radialer Richtung gestufter Spulenkörper 3 nimmt eine Bewicklung der Magnetspule 1 auf und ermöglicht in Verbindung mit dem Kern 2 einen kompakten Aufbau des Einspritzventils im Bereich der Magnetspule 1.

**[0014]** Mit einem unteren Kernende 9 des Kerns 2 ist konzentrisch zu einer Ventillängsachse 10 dicht ein rohrförmiges metallenes nichtmagnetisches Zwischenteil 12 durch Schweißen verbunden und umgibt das Kernende 9 teilweise axial. Stromabwärts des Spulenkörpers 3 und des Zwischenteils 12 erstreckt sich ein rohrförmiger Ventilsitzträger 16, der fest mit dem Zwischenteil 12 verbunden ist. In dem Ventilsitzträger 16 ist eine axial bewegbare Ventilnadel 18 angeordnet. Am stromabwärtsigen Ende 23 der Ventilnadel 18 ist ein kugelförmiger Ventilschließkörper 24 vorgesehen, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 25 zum Vorbeiströmen des Brennstoffs vorgesehen sind.

**[0015]** Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 18 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer Rückstellfeder 26 bzw. zum Schließen des Einspritzventils dient der elektromagnetische Kreis mit der Magnetspule 1, dem Kern 2 und einem Anker 27. Der rohrförmige Anker 27 ist mit einem dem Ventilschließkörper 24 abgewandten Ende der Ventilnadel

18 durch beispielsweise eine Schweißnaht fest verbunden und auf den Kern 2 ausgerichtet. In das stromabwärts liegende, dem Kern 2 abgewandte Ende des Ventilsitzträgers 16 ist ein zylinderförmiger Ventilsitzkörper 29, der einen festen Ventilsitz 30 aufweist, durch Schweißen dicht montiert.

**[0016]** Der kugelförmige Ventilschließkörper 24 der Ventilnadel 18 wirkt mit dem sich in Strömungsrichtung kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitz 30 des Ventilsitzkörpers 29 zusammen. An seiner unteren Stirnseite ist der Ventilsitzkörper 29 mit einer beispielsweise topfförmig ausgebildeten Spritzlochscheibe 34 fest und dicht durch eine z. B. mittels eines Lasers ausgebildete Schweißnaht verbunden. In der Spritzlochscheibe 34 sind wenigstens eine, beispielsweise vier durch Erodieren oder Stanzen ausgeformte Abspritzöffnungen 39 vorgesehen.

**[0017]** Um den Magnetfluss zur optimalen Betätigung des Ankers 27 bei Bestromung der Magnetspule 1 und damit zum sicheren und genauen Öffnen und Schließen des Ventils zu dem Anker 27 zu leiten, ist die Magnetspule 1 von wenigstens einem, beispielsweise als Bügel ausgebildeten und als ferromagnetisches Element dienenden Leitelement 45 umgeben, das die Magnetspule 1 in Umfangsrichtung wenigstens teilweise umgibt sowie mit seinem einen Ende an dem Kern 2 und seinem anderen Ende an dem Ventilsitzträger 16 anliegt und mit diesen z. B. durch Schweißen, Löten bzw. Kleben verbindbar ist. Ein inneres metallenes Ventilrohr als Grundgerüst und damit auch Gehäuse des Brennstoffeinspritzventils bilden der Kern 2, das nichtmagnetische Zwischenteil 12 und der Ventilsitzträger 16, die fest miteinander verbunden sind und sich insgesamt über die gesamte Länge des Brennstoffeinspritzventils erstrecken. Alle weiteren Funktionsgruppen des Ventils sind innerhalb oder um das Ventilrohr herum angeordnet. Bei dieser Anordnung des Ventilrohrs handelt es sich um den klassischen dreiteiligen Aufbau eines Gehäuses für ein elektromagnetisch betätigbares Aggregat, wie ein Ventil, mit zwei ferromagnetischen bzw. magnetisierbaren Gehäusebereichen, die zur wirkungsvollen Leitung der Magnetkreislinien im Bereich des Ankers 27 mittels eines nichtmagnetischen Zwischenteils 12 magnetisch voneinander getrennt oder zumindest über eine magnetische Drosselstelle miteinander verbunden sind.

**[0018]** Das Einspritzventil ist weitgehend mit einer Kunststoffumspritzung 51 umschlossen, die sich vom Kern 2 ausgehend in axialer Richtung über die Magnetspule 1 und das wenigstens eine Leitelement 45 bis zum Ventilsitzträger 16 erstreckt, wobei das wenigstens eine Leitelement 45 vollständig axial und in Umfangsrichtung überdeckt ist. Zu dieser Kunststoffumspritzung 51 gehört beispielsweise ein mitangespritzter elektrischer Anschlussstecker 52.

**[0019]** Mit den in den Figuren 2 bis 7 schematisch angedeuteten Verfahrensschritten des nicht vom Schutzbereich umfassten Verfahrens zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils ist es in vorteilhafter Weise

möglich, besonders einfach und kostengünstig dünnwandige Gehäuse 66 für verschiedenste Einsatzzwecke, u.a. bevorzugt für elektromagnetisch betätigbare Ventile herzustellen, die ein oben beschriebenes dreiteiliges Ventilrohr ersetzen können.

**[0020]** In einem ersten Verfahrensschritt (Figur 2) wird ein z.B. zylinderförmiger Grundkörper 55 bereitgestellt, aus dem das Gehäuse 66 gefertigt werden soll und der aus einem magnetischen bzw. magnetisierbaren Material besteht und z.B. ferromagnetisch oder ferritisch ist oder ein martensitisches Materialgefüge aufweist. Der Grundkörper 55 kann vorerst massiv ausgebildet sein und beispielsweise für eine besonders effektive Herstellung vieler Gehäuse 66 aus langem Stangenmaterial gewonnen werden. Der Werkstoff des Grundkörpers 55 ist in jedem Fall ein Stahl, der aufgrund seiner Legierungszusammensetzung Restaustenit und Martensit bildet. Legierungselemente im Werkstoff sind die austenitstabilisierenden Elemente C, N, Ni und Mn.

**[0021]** Zur Erzielung der gewünschten unterschiedlichen Magneteigenschaften des Magnetkreisbauteils wird der Grundkörper 55 vollständig einer Wärmebehandlung unterzogen, die z.B. mittels Härtens, Tiefkühlen in Tiefkühlschränken und/oder durch ein- oder mehrmaliges Anlassen in Öfen 56 durchgeführt werden kann (Figur 3). Nach dem Härtens kann das Gefüge auch noch aus Restaustenitanteilen bestehen, welche durch die anschließenden Wärmebehandlungsschritte in Martensit umgewandelt werden. Alternativ dazu kann das Gefüge auch aus Ferrit mit eingelagerten Teilchen wie z.B. Carbiden, Nitriden oder intermetallischen Verbindungen bestehen. Die Wärmebehandlung erfolgt derart, dass sich im Grundkörper 55 ein komplett magnetisches martensitisches Materialgefüge bildet (Figur 4).

**[0022]** Anschließend wird eine weitere Wärmebehandlung vorgenommen, die allerdings nur lokal begrenzt ausgeführt wird. Ein Teilbereich des Grundkörpers 55 wird dazu z.B. einer Kurzzeitwärmebehandlung mittels Laser- oder Induktionserwärmung 57 ausgesetzt (Figur 5). Auf diese Weise wird der Werkstoff des Grundkörpers 55 in dem Teilbereich der zweiten Wärmebehandlung lokal austenitisiert und homogenisiert und besteht nach dem Abkühlen des Grundkörpers 55 bzw. der Selbstabschreckung durch das umgebende Material aus martensitischen Bereichen 58 und dem Teilbereich 59 mit Martensit und Restaustenit (Figur 6). Der Grundkörper 55 besteht nun aus Zonen mit verschiedenen Gefügen und magnetischen Eigenschaften.

**[0023]** Der Grundkörper 55 wird nachfolgend so endbearbeitet, dass ein festes Gehäuse 66 als Magnetkreisbauteil in einer gewünschten Geometrie vorliegt. Im Falle eines Einsatzes eines erfindungsgemäß hergestellten Gehäuses 66 in einem Brennstoffeinspritzventil kann es von Vorteil sein, das Gehäuse 66 durch fertigungstechnische Maßnahmen wie Abstrecken, Rollieren, Rundkneten, Bördeln und/oder Auftulpen spezifisch auszuformen. Mit dem Gehäuse 66 liegt ein Bauteil vor, das in einem bekannten Brennstoffeinspritzventil gemäß Figur

1 die Summe der Funktionen des Ventilrohrs bestehend aus Kern 2, Zwischenteil 12 und Ventilsitzträger 16 komplett übernehmen kann und sich somit auch beispielsweise über die gesamte axiale Länge eines Brennstofffeinspritzventils erstreckt.

**[0024]** Der massive Grundkörper 55 wird durch fertigungstechnische Maßnahmen z.B. in eine rohrförmige Hülsenform gebracht. Der massive Grundkörper 55 kann dabei entweder vor oder erst nach der lokalen Wärmebehandlung mit einer inneren Längsöffnung 60 zur Bildung des rohrförmigen Gehäuses 66 versehen werden (Figur 7).

**[0025]** Figur 8 zeigt einen schematischen Ausschnitt aus einem Brennstofffeinspritzventil mit einem erfindungsgemäß hergestellten Gehäuse 66, das als dünnwandige Hülse im Ventil verbaut ist und dabei den Kern 2 und den Anker 27 radial und in Umfangsrichtung umgibt und dabei selbst von der Magnetspule 1 umgeben ist. Es wird deutlich, dass der in seinen Magneteigenschaften veränderte und martensitische und restaustenitische Teilbereich 59 des Gehäuses 66 im axialen Erstreckungsbereich eines Arbeitsluftspaltes 70 zwischen dem Kern 2 und dem Anker 27 liegt, um die Magnetkreislinien optimal und effektiv im Magnetkreis zu leiten. Anstelle des in Figur 1 gezeigten bügelförmigen Leitelements 45 ist das äußere Magnetkreisbauteil z.B. als Magnettopf 46 ausgeführt, wobei der magnetische Kreis zwischen dem Magnettopf 46 und dem Gehäuse 66 über ein Deckelelement 47 geschlossen ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es auch, Gehäuse 66 mit größeren Wanddicken in ihren Magneteigenschaften lokal zu verändern, so dass eine höhere Innendruckbeständigkeit bei trotzdem minimiertem magnetisch aktiven Bereich zugunsten der Magnetkraft gewährleistet ist.

**[0026]** Figuren 9 bis 13 zeigen schematisch Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils in Form eines Ankerbolzens 66'. Die Herstellung des Ankerbolzens 66' erfolgt in vergleichbarer Weise wie die zuvor beschriebene Herstellung des Gehäuses 66 gemäß Figur 7. In einem ersten Verfahrensschritt (Figur 9) wird ein z.B. dünner zylinderförmiger Grundkörper 55' bereitgestellt, aus dem der Ankerbolzen 66' gefertigt werden soll und der aus einem magnetischen bzw. magnetisierbaren Material besteht und z.B. ferromagnetisch oder ferritisch ist oder ein martensitisches Materialgefüge aufweist. Der Grundkörper 55' kann beispielsweise für eine besonders effektive Herstellung vieler Ankerbolzen 66' aus langem Stangenmaterial gewonnen werden. Der Werkstoff des Grundkörpers 55' ist in jedem Fall ein Stahl, der aufgrund seiner Legierungszusammensetzung Restaustenit und Martensit bildet. Legierungselemente im Werkstoff sind die austenitstabilisierenden Elemente C, N, Ni und Mn. **[0027]** Zur Erzielung der gewünschten unterschiedlichen Magneteigenschaften des Magnetkreisbauteils wird der Grundkörper 55' vollständig einer Wärmebehandlung unterzogen, die z.B. mittels Härtens, Tiefkühlen in Tiefkühlschränken oder durch ein- oder mehrmaliges

Anlassen in Öfen 56 durchgeführt werden kann (Figur 10). Nach dem Härteln kann das Gefüge auch noch aus Restaustenitanteilen bestehen, welche durch die anschließenden Wärmebehandlungsschritte in Martensit umgewandelt werden. Alternativ dazu kann das Gefüge auch aus Ferrit mit eingelagerten Teilchen wie z.B. Carbiden, Nitriden oder intermetallischen Verbindungen bestehen. Die Wärmebehandlung erfolgt derart, dass sich im Grundkörper 55' ein komplett magnetisches martensitisches Materialgefüge bildet (Figur 11).

**[0028]** Anschließend wird eine weitere Wärmebehandlung vorgenommen, die ausschließlich an der Oberfläche in den Randbereichen des Grundkörpers 55' zu einer Veränderung der magnetischen Eigenschaften führen soll. Die Oberfläche des Grundkörpers 55' wird dazu einer Kurzzeitwärmebehandlung mittels Laser- oder Induktionserwärmung 57 ausgesetzt (Figur 12). Auf diese Weise wird der Werkstoff des Grundkörpers 55' an der Oberfläche lokal austenitisiert und homogenisiert und besteht nach dem Abkühlen des Grundkörpers 55' bzw. der Selbstabschreckung durch das umgebende Material aus einem inneren martensitischen Bereich 58' und einem äußeren Randbereich 59' mit Martensit und Restaustenit (Figur 13). Der Grundkörper 55' bzw. der Ankerbolzen 66' besteht nun aus Zonen mit verschiedenen Gefügen und magnetischen Eigenschaften.

**[0029]** Wenn nötig, wird der Grundkörper 55' nachfolgend so endbearbeitet, dass ein fester Ankerbolzen 66' als Magnetkreisbauteil in einer gewünschten Geometrie vorliegt. Figur 14 zeigt einen schematischen Ausschnitt aus einem Magnetkreis in Tauchankerausführung mit einem erfindungsgemäß hergestellten Ankerbolzen 66', der durch einen die Magnetspule 1 umhüllenden Magnettopf 46 taucht und dort beweglich verschiebbar ist. Bei Tauchankermagnetkreisen kann mit einem Ankerbolzen 66', bei dem der äußere Randbereich 59' Restaustenitanteile aufweist, die Dynamik und die Magnetkraft des Magnetventils verbessert werden. Auf Beschichtungsverfahren, wie Carbonitrieren, kann verzichtet werden.

**[0030]** In Figur 15 ist ein schematischer Ausschnitt aus einem Magnetkreis in Flachankerausführung mit einer erfindungsgemäß hergestellten Ankerplatte 66" dargestellt. Das Herstellungsprinzip ist wiederum mit den vorbeschriebenen Verfahrensschritten zur Herstellung des Gehäuses 66 bzw. des Ankerbolzens 66' vergleichbar. Die lokale zweite Wärmebehandlung erfolgt in der Weise, dass an einer Seite des flachen plattenförmigen Grundkörpers eine Kurzzeitwärmebehandlung mittels Laser- oder Induktionserwärmung vorgenommen wird. Auf diese Weise wird der Werkstoff des Grundkörpers an dieser Seite lokal austenitisiert und homogenisiert und besteht nach dem Abkühlen des Grundkörpers bzw. der Selbstabschreckung durch das umgebende Material aus einem martensitischen Bereich 58" und einem der Magnetspule 1 zugewandten Randbereich 59" mit Martensit und Restaustenit. Die Ankerplatte 66" besteht nun aus Zonen mit verschiedenen Gefügen und

magnetischen Eigenschaften.

**[0031]** Mit einer solchen Ankerplatte 66" kann in Flachankermagnetkreisen ein Zusatzluftspalt erzeugt werden. Dieser Zusatzluftspalt im Randbereich 59" kann eingesetzt werden, um ein Kleben der Ankerplatte 66" an dem Magnettopf 46 zu verhindern, um einen definierten Restluftspalt im Magnetkreis einzustellen oder um als Luftspalt mit Verschleißschutz zu dienen.

**[0032]** Die Erfindung ist keinesfalls auf den Einsatz in Brennstoffeinspritzventilen oder Magnetventilen für Antiblockiersysteme beschränkt, sondern betrifft alle elektromagnetisch betätigbaren Ventile unterschiedlicher Anwendungsgebiete und allgemein alle festen Gehäuse in Aggregaten, bei denen Zonen unterschiedlichen Magnetismus aufeinanderfolgend erforderlich sind.

## Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zur Herstellung eines festen Magnetkreisbauteils (66, 66', 66") für ein elektromagnetisch betätigbares Ventil, wobei das Magnetkreisbauteil (66, 66', 66") wenigstens zwei Zonen besitzt und jeweils zwei unmittelbar aufeinander folgende Zonen unterschiedliche Magneteigenschaften aufweisen, mit den Verfahrensschritten:
  - 30 a) Bereitstellen eines Grundkörpers (55, 55') aus einem magnetischen bzw. magnetisierbaren Material,
  - b) vollständige erste Wärmebehandlung des Grundkörpers (55, 55'),
  - c) lokale zweite Wärmebehandlung des Grundkörpers (55, 55') zur Bildung eines Teilbereichs (59) bzw. eines Randbereichs (59', 59") mit einem Gefüge aus Martensit und Restaustenit im ansonsten martensitischen Grundkörper (55, 55')
  - 35 und
  - d) Einbau des fertig bearbeiteten Grundkörpers (55, 55') als Magnetkreisbauteil (66', 66") in einem Magnetkreis,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Grundkörper (55, 55') als massiver Bolzen oder als flache Platte bereitgestellt wird, die lokale zweite Wärmebehandlung des Grundkörpers (55, 55') so erfolgt, dass der Grundkörper (55, 55') an der Oberfläche lokal austenitisiert und homogenisiert wird, so dass der Grundkörper (55, 55') im Falle des massiven Bolzens nach dem Abkühlen bzw. einer Selbstabschreckung durch das umgebende Material aus einem inneren martensitischen Bereich (58') und einem äußeren Randbereich (59') mit Martensit und Restaustenit besteht bzw.

so dass der Grundkörper (55, 55') im Falle der flachen Platte nach dem Abkühlen bzw. einer Selbstabschreckung durch das umgebende Material aus einem martensitischen Bereich (58'') und einem einer Magnetspule (1) zugewandt einzubanenden Randbereich (59'') mit Martensit und Restaustenit besteht und dann als massiver Ankerbolzen (66') oder als flache Ankerplatte (66'') in einem Magnetkreis eingebaut wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Grundkörper (55, 55') ferromagnetisch ist oder ein ferritisches oder ein martensitisches Materialgefüge aufweist. 15
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die erste Wärmebehandlung des Grundkörpers (55, 55') mittels Härteln, Tiefkühlen in Tiefkühlschränken oder durch ein- oder mehrmaliges Anlassen in Öfen (56) erfolgt. 20
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die lokale zweite Wärmebehandlung des Grundkörpers (55, 55') mittels Laser- oder Induktionswärmung (57) erfolgt. 25
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** nach der lokalen zweiten Wärmebehandlung des Grundkörpers (55, 55') eine Endbearbeitung des so entstandenen Grundkörpers (55, 55') bis zum Erreichen einer gewünschten Geometrie des Magnetkreisbauteils (66', 66'') vorgenommen wird. 30
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Endbearbeitung des Grundkörpers (55, 55') mittels Abstrecken, Rollieren, Rundkneten, Bördeln und/oder Auftulpen erfolgt. 35

## Claims

1. Method for producing a rigid magnetic circuit component (66, 66', 66'') for an electromagnetically operable valve, the magnetic circuit component (66, 66', 66'') having at least two zones and every two directly successive zones having different magnetic properties, comprising the method steps of:

- a) providing a main body (55, 55') of a magnetic or magnetizable material;
- b) a complete first heat treatment of the main body (55, 55');
- c) a local second heat treatment of the main body (55, 55') to form a subregion (59) or a surface region (59', 59'') having a microstructure of martensite and residual austenite in an otherwise martensitic main body (55, 55'), and
- d) installing the finished main body (55, 55') as a magnetic circuit component (66', 66'') in a magnetic circuit,

### **characterized in that**

the main body (55, 55') is provided as a solid bolt or as a flat plate, the local second heat treatment of the main body (55, 55') is performed in such a way that the main body (55, 55') is locally austenized and homogenized at the surface, so that, in the case of the solid bolt, after the cooling or a self-quenching by the surrounding material, the main body (55, 55') consists of an inner martensitic region (58') and an outer surface region (59') with martensite and residual austenite, or so that, in the case of the flat plate, after the cooling or a self-quenching by the surrounding material, the main body (55, 55') consists of a martensitic region (58'') and a surface region (59''), to be installed facing a magnetic coil (1), with martensite and residual austenite, and

is then installed as a solid anchor bolt (66') or as a flat anchor plate (66'') in a magnetic circuit.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the main body (55, 55') is ferromagnetic or has a ferritic or martensitic material structure.
3. Method according to either of the preceding claims, **characterized in that** the first heat treatment of the main body (55, 55') takes place by means of hardening, deep cooling in freezing cabinets, or tempering one or more times in furnaces (56).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the local second heat treatment of the main body (55, 55') takes place by means of laser or induction heating (57).
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, after the local second heat treatment of the main body (55, 55'), a final working of the main body (55, 55') obtained in this way is performed until a desired geometry of the magnetic circuit component (66', 66'') is achieved.
6. Method according to Claim 5, **characterized in that**

the final working of the main body (55, 55') takes place by means of quenching, tumbling, swaging, flanging and/or flaring.

## Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'un composant de circuit magnétique fixe (66, 66', 66'') pour une soupape à commande électromagnétique, dans lequel le composant de circuit magnétique (66, 66', 66'') comporte au moins deux zones et deux zones immédiatement successives présentent respectivement des propriétés magnétiques différentes, comprenant les étapes suivantes:

- a) préparer un corps de base (55, 55') en un matériau magnétique ou magnétisable,
- b) effectuer un premier traitement thermique complet du corps de base (55, 55'),
- c) effectuer un deuxième traitement thermique local du corps de base (55, 55') pour la formation d'une zone partielle (59) ou d'une zone superficielle (59', 59'') avec une structure de martensite et d'austénite résiduelle dans un corps de base (55, 55') par ailleurs martensitique, et
- d) inclure le corps de base complètement traité (55, 55') comme composant de circuit magnétique (66', 66'') dans un circuit magnétique,

### caractérisé en ce que

on prépare le corps de base (55, 55') sous la forme d'un boulon massif ou d'une plaque plate,

on effectue le deuxième traitement thermique local du corps de base (55, 55') d'une manière telle que le corps de base (55, 55') soit austénitisé et homogénéisé à la surface,

de telle manière que le corps de base (55, 55'), dans le cas du boulon massif, se compose, après le refroidissement ou une auto-trempe par le matériau environnant, d'une zone martensitique intérieure (58') et d'une zone superficielle extérieure (59') contenant de la martensite et de l'austénite résiduelle, ou

de telle manière que le corps de base (55, 55'), dans le cas de la plaque plate, se compose, après le refroidissement ou une auto-trempe par le matériau environnant, d'une zone martensitique (58'') et d'une zone superficielle (59'') contenant de la martensite et de l'austénite résiduelle, à inclure en position tournée vers une bobine magnétique (1), et en ce qu'on le monte comme boulon d'induit massif (66') ou comme plaque d'induit plate (66'') dans un circuit magnétique.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le corps de base (55, 55') est ferromagnétique ou présente une structure de matériau ferritique ou

martensitique.

- 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on effectue le premier traitement thermique du corps de base (55, 55') par durcissement, réfrigération dans des armoires frigorifiques ou par un ou plusieurs revenu(s) dans des fours (56).
- 10 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on effectue le deuxième traitement thermique local du corps de base (55, 55') au moyen d'un chauffage au laser ou par induction (57).
- 15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, après le deuxième traitement thermique local du corps de base (55, 55'), on effectue un traitement final du corps de base ainsi obtenu (55, 55') jusqu'à atteindre une géométrie désirée du composant de circuit magnétique (66', 66'').
- 20 6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'on effectue le traitement final du corps de base (55, 55') par trempe, roulage, corroyage en rond, bordage et/ou enfilage.

30

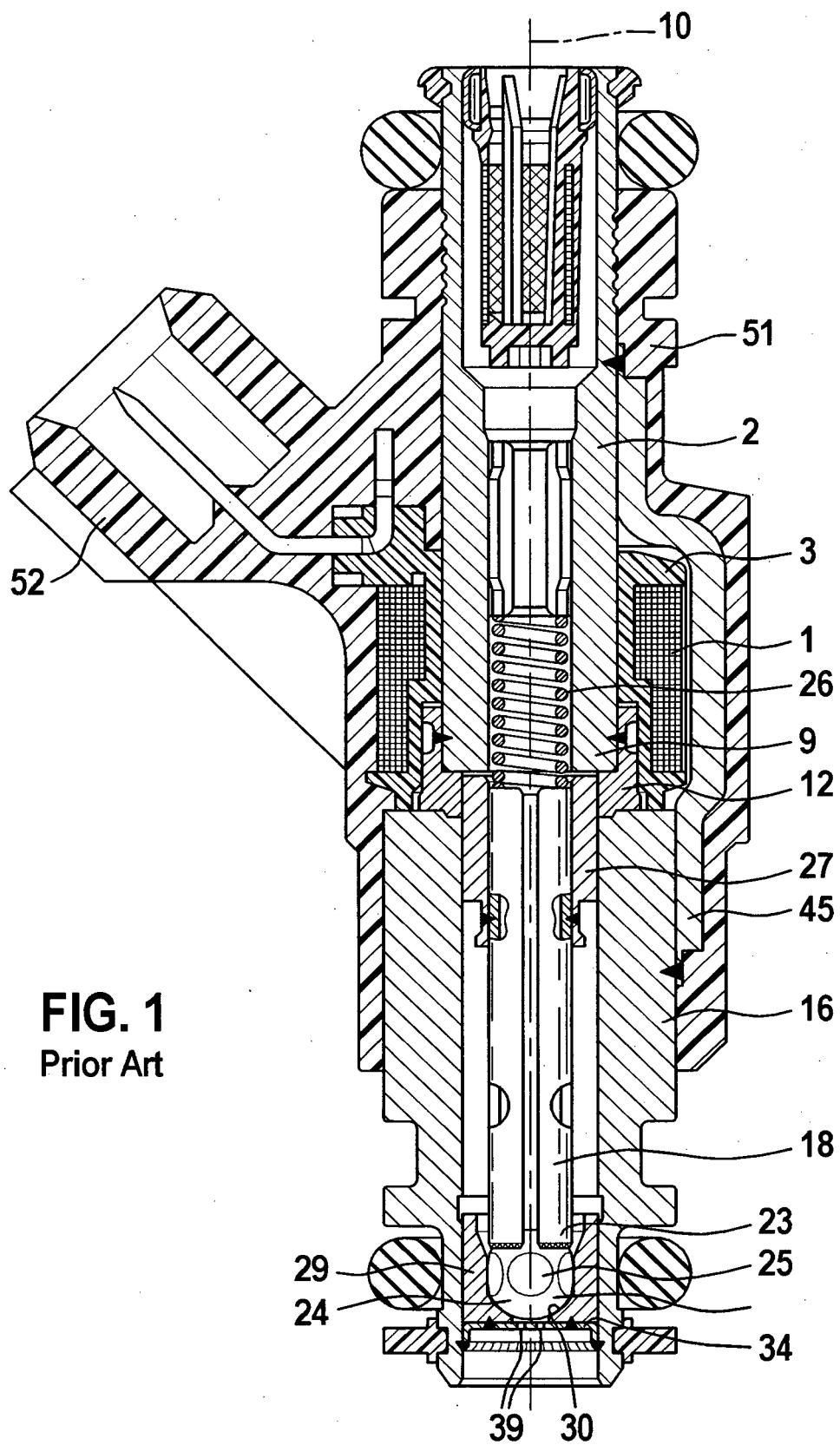
35

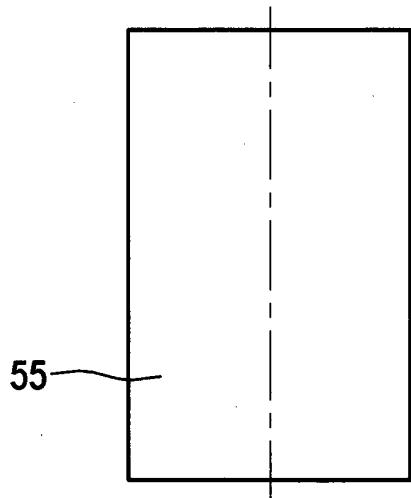
40

45

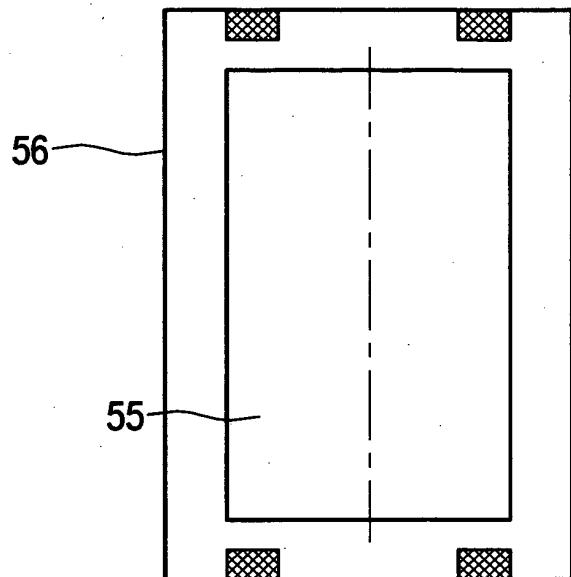
50

55

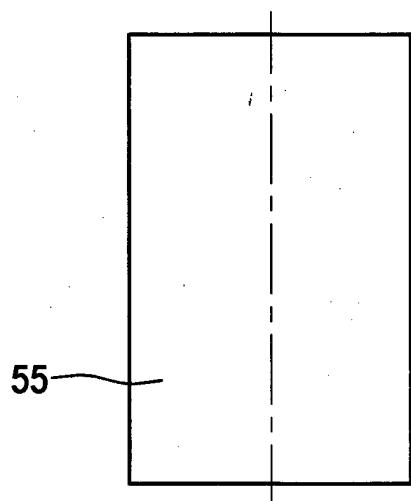




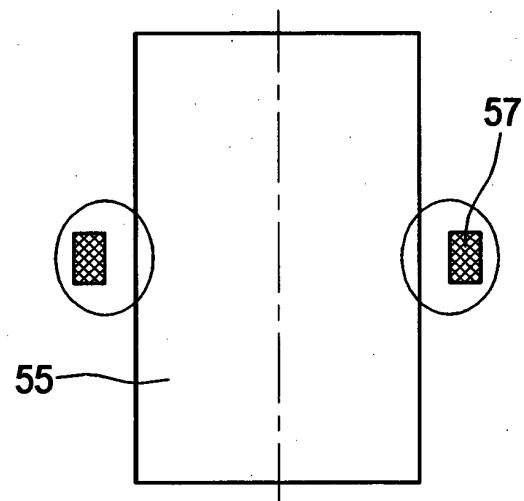
**FIG. 2**



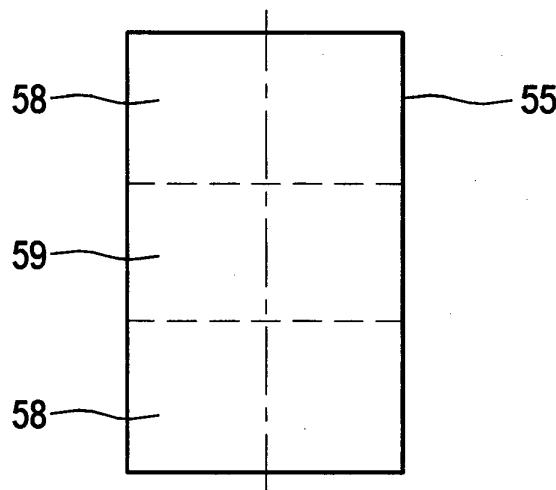
**FIG. 3**



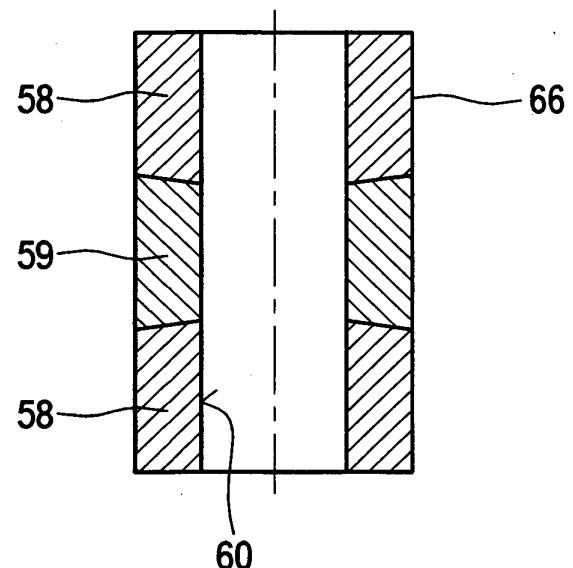
**FIG. 4**



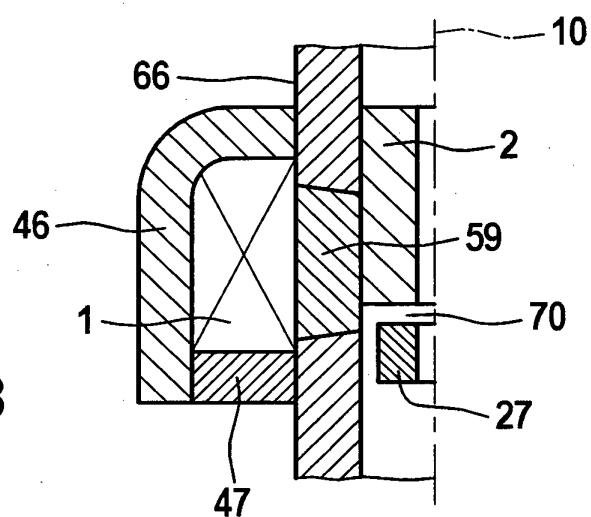
**FIG. 5**



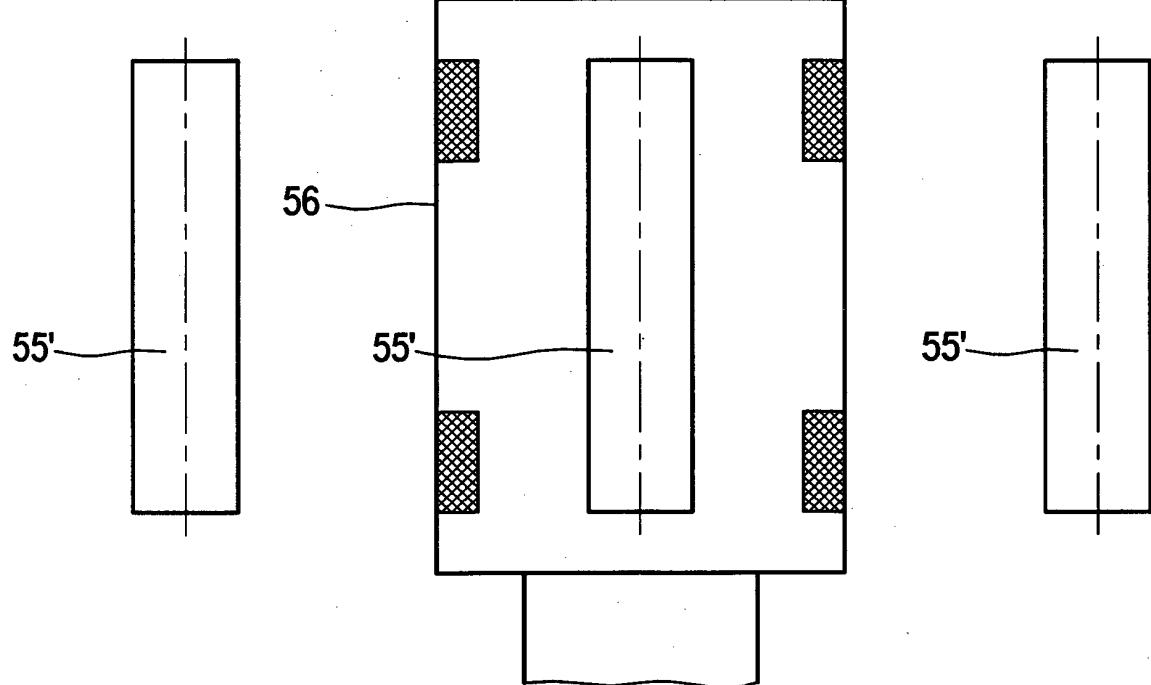
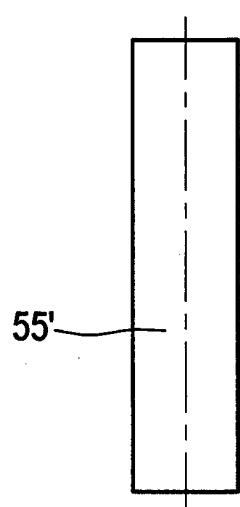
**FIG. 6**



**FIG. 7**

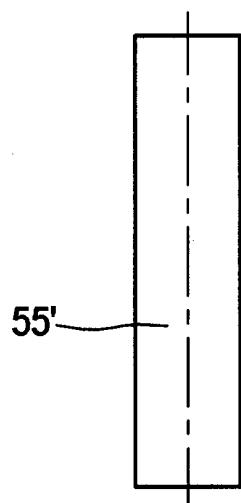


**FIG. 8**

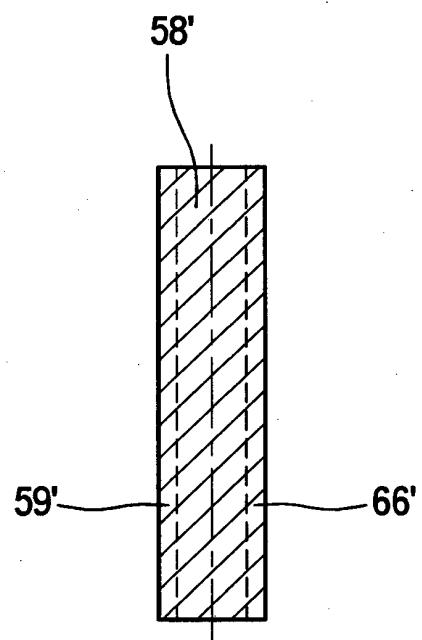
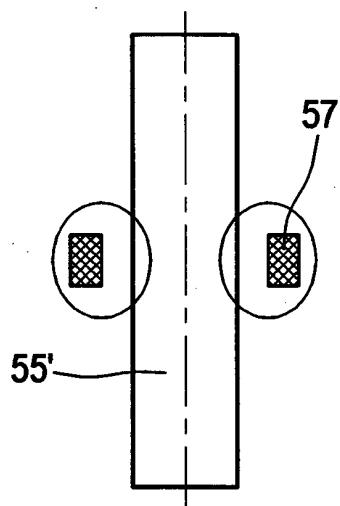


**FIG. 9**

**FIG. 10**



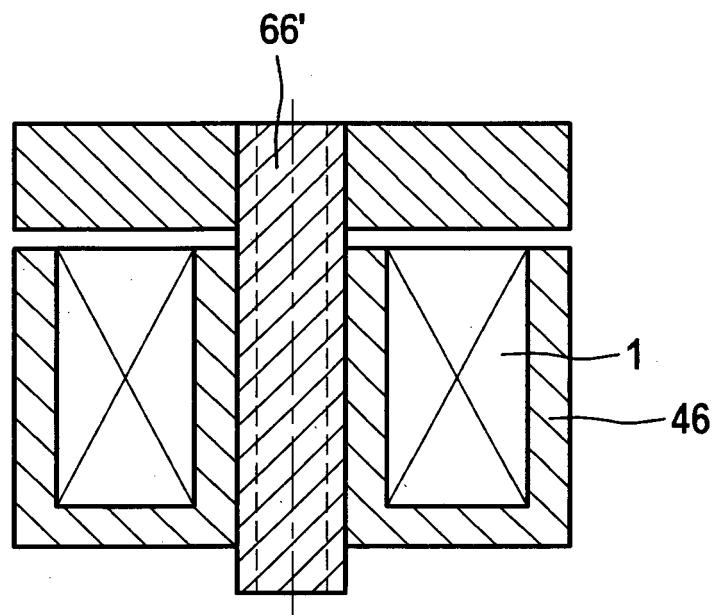
**FIG. 11**



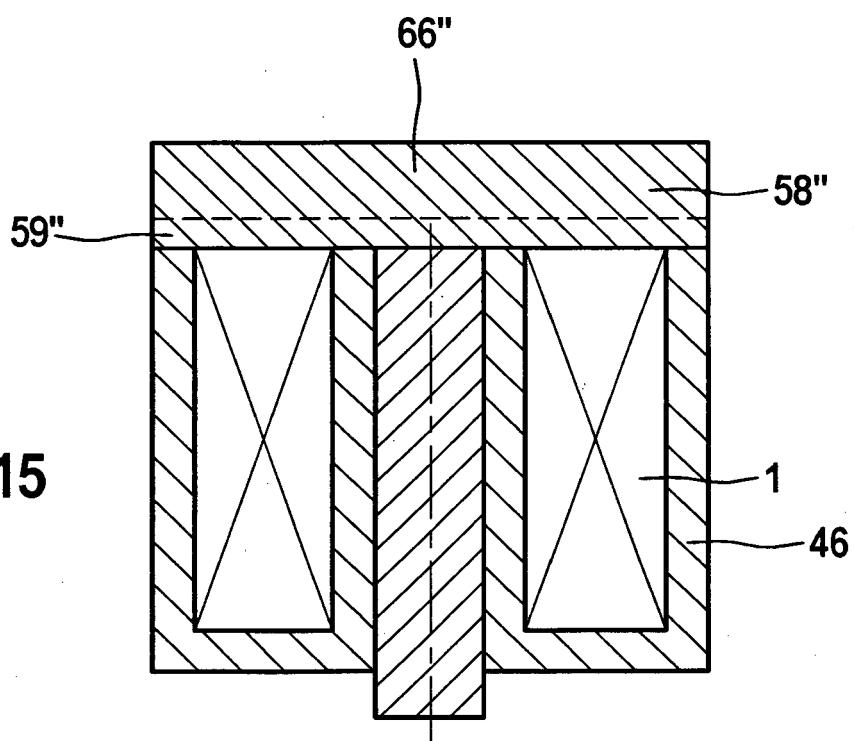
**FIG. 12**

**FIG. 13**

**FIG. 14**



**FIG. 15**



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3502287 A1 [0003]
- DE 4237405 C2 [0004]
- EP 0629711 A1 [0005]