

(19)



(11)

EP 2 135 264 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.03.2013 Patentblatt 2013/11

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

(21) Anmeldenummer: **08708193.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/050857

(22) Anmeldetag: **25.01.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/107224 (12.09.2008 Gazette 2008/37)

(54) **MAGNETKREIS FÜR MAGNETVENTIL**

MAGNETIC CIRCUIT FOR SOLENOID VALVE

CIRCUIT MAGNÉTIQUE D'ÉLECTROVANNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **07.03.2007 DE 102007011050**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.2009 Patentblatt 2009/52

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

(72) Erfinder:
• **RAPP, Holger**
71254 Ditzingen (DE)
• **BOECKING, Friedrich**
70499 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 332 822 DE-A1- 3 912 042
DE-A1- 4 329 760 DE-A1- 19 650 865
GB-A- 865 238 US-A- 3 715 695
US-A- 6 047 947 US-A1- 2003 042 456

EP 2 135 264 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] DE 196 50 865 A1 bezieht sich auf ein Magnetventil zur Steuerung des Kraftstoffdruckes in einem Steuerraum eines Einspritzventiles, wie zum Beispiel einem Common-Rail-Einspritzsystem. Über den Kraftstoffdruck im Steuerraum wird eine Hubbewegung eines Ventilkolbens gesteuert, mit dem eine Einspritzöffnung des Einspritzventils geöffnet oder geschlossen wird. Das Magnetventil umfasst einen Elektromagneten, einen beweglichen Anker und ein mit dem Anker bewegtes und von einer Ventilschließfeder in Schließrichtung beaufschlagtes Ventilglied, das mit dem Ventilsitz des Magnetventiles zusammenwirkt und so den Kraftstoffabfluss aus einem Steuerraum steuert.

[0002] Bei heute eingesetzten Magnetventilen bei Kraftstoffinjektoren wird der Magnetkern entweder aus Pulververbundmaterial oder aus einem massiven ferromagnetischen Material gefertigt. Das Pulververbundmaterial hat den Vorteil, dass es elektrisch im Wesentlichen nicht leitfähig ist und damit nahezu keine Wirbelströme auftreten, die den Kraftaufbau und den Kraftabbau in unerwünschter Weise beeinträchtigen könnten. Dafür besteht allerdings der Nachteil einer geringeren Sättigungsinduktion des Pulververbundmaterials gegenüber einem massiven Magnetmaterial. Da die Kraft eines Magnetventiles proportional zum Quadrat der im Luftspalt herrschenden Induktion B ist, ist für die kompakte Auslegung von Magnetventilen ein möglichst großer Wert für die im Luftspalt herrschende Induktion B anzustreben. Um dies zu erreichen, wird das Magnetfeld am Übergang vom Außenpol des üblicherweise als Topfmagneten ausgeführten Kerns zum Anker gezielt über eine Engstelle geführt. Dadurch wird jedoch bei Kernen aus Pulververbundmaterial gerade der Randbereich des Magnetkerns, an welchem die Polfläche mit dem Anker überlappt, in den Bereich der Sättigungsinduktion getrieben und die magnetische Feldstärke H steigt in diesen Bereich des Kerns überproportional an. Da die magnetische Feldstärke wiederum den Durchflutungsbedarf und damit den Strombedarf des Magnetkreises bestimmt, führt dies zu einem überhöhten Strombedarf von Magnetkreisen mit Pulververbundkernen. Die einfache Lösung der Verwendung eines Massivkerns erfordert wiederum die Notwendigkeit aufwändiger Maßnahmen zur Wirbelstromreduzierung.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, den Außenpol eines im Wesentlichen topfförmig ausgebildeten Magnetkerns in Bezug auf seine Axiallänge zurückzusetzen und in dem dadurch ausgesparten Bereich des Magnetkerns eine Polscheibe einzusetzen, die aus einem ferromagnetischen Material gefertigt ist. Dabei handelt es sich um ein ferromagnetisches Massivmaterial.

Dabei bedeckt die Polscheibe zumindest den Außenpol des Magnetkerns zumindest teilweise. Die Sättigungsinduktion der aus Massivmaterial gefertigten Polscheibe liegt deutlich höher als diejenige des Pulververbundmaterials, aus dem der Magnetkern gefertigt ist. Auch das Pulververbundmaterial ist ferromagnetisch. Wirbelströme in der aus massivem Material gefertigten Polscheibe, klingen aufgrund der geringen Dicke der ferromagnetischen Polscheibe um mehrere Größenordnungen schneller ab, als dies bei einem massiven Kern aus ferromagnetischem Material der Fall wäre.

[0004] Zusätzlich kann optional noch ein schmaler im Wesentlichen sich in radiale Richtung erstreckender Schlitz in der aus massivem ferromagnetischem Material gefertigten Polscheibe vorgesehen sein. Am Übergang zwischen dem Pulververbundmaterial des Magnetkerns und

der aus ferromagnetischem Material gefertigten Polscheibe steht dem magnetischen Fluss bereits eine deutlich höhere Querschnittsfläche zur Verfügung, im Vergleich zu der Überlappungsstelle von Polscheibe und Anker. An dieser Stelle liegt demzufolge die magnetische Induktion (= Flussdichte) bereits unterhalb der Sättigungsinduktion des Pulververbundmaterials. Somit liegt die "Engstelle" für den magnetischen Fluss in einem Material mit hoher

Sättigungsinduktion und hat keine überhöhte magnetische Feldstärke H zur Folge. Auch das Pulververbundmaterial des Magnetkerns wird nun nicht mehr in den Bereich seiner Sättigung ausgesteuert, ohne dass dies negative Auswirkungen auf die Induktion im Luftspalt und folglich auf die Magnetkraft hätte. Demzufolge ist auch der Strombedarf eines derart ausgelegten Magnetkreises wesentlich geringer, als dies bei den obenstehend zum Stand der

Technik skizzierten Lösungen der Fall ist. Der geringere Strombedarf kann entweder zu einer einfachen Entlastung der Steuergeräteendstufe genutzt werden, oder auch dazu, den Nennstrom des Magnetkreises unverändert zu lassen und stattdessen die Windungszahl der Spule zu reduzieren, und so den Spannungsbedarf, der insbesondere für den Kraftaufbau erforderlich ist zu reduzieren. Bei entsprechender Auslegung des Ankers kann die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung auch zu einer Anhebung der Magnetkraft genutzt werden. Voraussetzung dafür ist, dass der Anker nicht bereits in den Bereich seiner magnetischen Sättigung ausgesteuert ist.

[0005] In vorteilhafter Weise kann die in eine Ausnehmung an einer Stirnseite des Magnetkerns eingesetzte, aus ferromagnetischem Massivmaterial gefertigte Polscheibe derart gestaltet sein, dass sie außer dem Außenpol des Magnetkerns auch dessen Innenpol überdeckt und auch dort eine Entlastung des Magnetkerns oder - im Falle einer unvollständigen Abdeckung des Innenpols - eine Erhöhung der Luftspaltinduktion und damit der erzielbaren Magnetkraft bewirkt. In diesem Fall sind der Innen- und der Außenpolbereich der ferromagneti-

schen Polscheibe durch schmal ausgebildete Stege miteinander verbunden. Diese gehen bereits bei einem geringen Spulenstrom in die magnetische Sättigung und sind für den weiteren Feldaufbau aus diesem Grunde nicht mehr relevant.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0007] Es zeigt:

Figur 1 die Darstellung eines Magnetkreises mit einem Pulververbundmagnetkern gemäß des Standes der Technik,

Figur 2 die Darstellung des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Magnetkreises mit zurückversetztem Außenpol des Magnetkerns und

Figur 3 eine Draufsicht auf die in eine Aussparung am Außenpol des Magnetkerns eingesetzte aus ferromagnetischem Massivmaterial gefertigte Polscheibe mit optional eingezeichneten Schlitzungen.

[0008] Der Darstellung gemäß Figur 1 ist ein aus dem Stand der Technik bekannte Magnetkreis eines Magnetventils zu entnehmen.

[0009] Aus Figur 1 geht hervor, dass ein Magnetkreis 10 einen Magnetkern 12 umfasst. Der Magnetkern 12 weist eine erste Stirnseite 14 sowie eine zweite Stirnseite 16 auf und ist von einer Durchgangsöffnung 18 durchzogen, in welcher gegebenenfalls eine Feder, die einen Anker 22 beaufschlagt, aufgenommen sein kann. Die Achse des Magnetkerns 12 ist durch Bezugszeichen 20 identifiziert.

[0010] In der schematischen Darstellung gemäß Figur 1 befindet sich unterhalb der zweiten Stirnseite 16 des Magnetkerns 12 ein hier einteilig ausgebildeter Anker 22, der einen Ankerbolzen 26 und eine an diesem einstückig ausgebildete Ankerplatte 24 umfasst. In das Material des Magnetkerns 12, der aus einem Pulververbundmaterial gefertigt wird, ist eine Magnetspule 28 eingelassen. Der aus einem Pulververbundmaterial gefertigte Magnetkern 12 stützt sich auf einer bevorzugt aus einem amagnetischen Material gefertigten Hülse 30 ab. Der aus Pulververbundmaterial gefertigte Magnetkern 12 hat den Vorteil, dass das Pulververbundmaterial elektrisch im Wesentlichen nicht leitfähig ist und in diesem daher nahezu keine Wirbelströme auftreten, die den Magnetkraftaufbau und den Magnetkraftabbau in unerwünschter Weise beeinträchtigen würden. Das als Material für den Magnetkern 12 verwendete Pulververbundmaterial hat allerdings den Nachteil, dass eine geringe Sättigungsinduktion des Pulververbundmaterials im Vergleich zu einem massiven Magnetmaterial besteht.

[0011] Aus der Darstellung gemäß Figur 1 geht hervor,

dass sich an einer Übergangsstelle zwischen dem Magnetkern 12 und dem Randbereich der Ankerplatte 24 eine hohe Feldkonzentration 32 einzelner Feldlinien 34 einstellt. Die Querschnittsfläche für den magnetischen Fluss in diesem Bereich ist bei dem in der Darstellung gemäß Figur 1 aus dem Stand der Technik dargestellten Magnetventil äußerst begrenzt, das Pulververbundmaterial des Magnetkerns 12 wird in diesem Bereich bis zu seiner Sättigung ausgesteuert, was negative Auswirkungen auf die im Luftspalt zwischen der zweiten Stirnseite 16 und der Ankerplatte 24 anzustrebende hohe Induktion B hat.

Ausführungsformen

[0012] Der Darstellung gemäß Figur 2 ist ein optimierter Magnetkreis der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung zu entnehmen.

[0013] Figur 2 zeigt, dass der Magnetkern 12, der ebenfalls aus Pulververbundmaterial gefertigt ist an der ersten Stirnseite 14 plan ausgebildet ist und in der Ausführungsform in der Darstellung gemäß Figur 2 im Bereich der zweiten Stirnseite 16 einen Innenpol 40 und einen gegenüber dem Innenpol 40 in axiale Richtung bezogen auf die Achse 20 etwas zurückgesetzten Außenpol 42 umfasst. Durch die Zurücksetzung des Außenpoles 42 in axiale Richtung in Bezug auf den Innenpol 40 entsteht eine Aufnahme unterhalb des Außenpoles 42 des Magnetkerns 12, in die eine Polscheibe 44 eingelassen ist. Die Polscheibe 44 wird bevorzugt aus einem ferromagnetischen Massivmaterial gefertigt. Die Sättigungsinduktion der aus ferromagnetischem Massivmaterial gefertigten Polscheibe 44 liegt deutlich höher als diejenige des Pulververbundmaterials, aus dem der Magnetkern 12 gefertigt ist. Wirbelströme in der Polscheibe 44, sei sie mit einer Radialschlitzung, sei sie ohne eine Radialschlitzung ausgebildet, klingen aufgrund der geringen Dicke der Polscheibe 44 um einige Größenordnungen schneller ab, als dies bei einem massiven Kern aus ferromagnetischem Material der Fall wäre.

[0014] Der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung folgend, steht - wie in Figur 2 dargestellt - am Übergang zwischen dem Pulververbundmaterial 12, d.h. im vorliegenden Falle im Bereich des Außenpoles 42 des Magnetkerns 12 dem magnetischen Fluss bereits eine deutlich höhere Querschnittsfläche zur Verfügung im Vergleich zur Überlappungsstelle von Polscheibe 44 und Anker 24. An dieser Stelle liegt die magnetische Induktion, d.h. die Flussdichte, bereits unterhalb der Sättigungsinduktion des Pulververbundmaterials des Magnetkerns 12. Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ist die Engstelle für den magnetischen Fluss somit in einem Material mit hoher Sättigungsinduktion und hat keine überhöhte magnetische Feldstärke H zur Folge.

[0015] Des Weiteren muss das Pulververbundmaterial des Magnetkerns 12 nun nicht mehr in den Bereich seiner Sättigung ausgesteuert werden, was negative Auswir-

kungen auf die Induktion im Luftspalt zwischen der zweiten Stirnseite 16 des Magnetkerns 12 aus Pulververbundmaterial zuweisenden Stirnseite der Ankerplatte 24 des Ankers 22 hätte. Daraus ergibt sich, dass der Strombedarf des in Figur 2 dargestellten Magnetkreises 10 geringer ist, als dies in dem Magnetkreis der Fall ist, der im Zusammenhang mit Figur 1 dargestellt ist. Der geringe Strombedarf des in Figur 2 dargestellten, wie erfindungsgemäß vorgeschlagenen optimierten Magnetkreises 10, kann entweder zu einer einfachen Entlastung der Steuergeräteendstufe genutzt werden oder auch bei unverändertem Nennstrom des Magnetkreises 10 zur Reduktion der Windungszahl der Magnetspule 28 genutzt werden. Bei entsprechender Auslegung des in der Darstellung gemäß Figur 2 beispielhaft einteilig ausgebildeten Ankers 22 kann die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung auch zu einer Steigerung der erzeugten Magnetkraft genutzt werden. Voraussetzung dafür ist, dass der in der Darstellung gemäß Figur 2 einteilig ausgebildete Anker 22 nicht bereits im Bereich seiner magnetischen Sättigung ausgesteuert ist.

[0016] Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht hervor, dass im Kontaktbereich der Polscheibe 44, die in der Ausführungsform gemäß Figur 2 lediglich den Außenpol 42 des aus Pulververbundmaterial gefertigten Magnetkerns 12 überdeckt, eine reduzierte Feldkonzentration 46 vorliegt. Zwischen der zweiten Stirnseite 16 des aus Pulververbundmaterial gefertigten Magnetkerns 12, d.h. dem Außenpol 42 und einem Absatz an einer bevorzugt aus amagnetischem Material gefertigten Hülse befindet sich eine Einspannstelle 48, an welcher die bevorzugt aus ferromagnetischem Massivmaterial gefertigte Polscheibe 44 im Magnetventilverbund angeordnet ist. Die Stirnseite der Ankerplatte 24 des in der Darstellung gemäß Figur 2 einteilig ausgebildeten Ankers 22, die mit der ersten Stirnseite 16 des aus Pulververbundmaterial gefertigten Magnetkerns 12 den Restluftspalt bestimmt, ist durch Bezugszeichen 50 identifiziert.

[0017] Der Darstellung gemäß Figur 3 ist die Polscheibe zu entnehmen, mit einem optional vorhandenen Innenring.

[0018] Die Darstellung gemäß Figur 3 zeigt, dass die Polscheibe 44 zumindest einen Außenring 52 umfasst, der in Figur 2 den Außenpol 42 des aus Pulververbundmaterial gefertigten Magnetkerns 12 überdeckt. Im Außenring 52 der aus ferromagnetischem Material gefertigten Polscheibe 44 ist in der Ausführungsform gemäß Figur 3 ein Radialschlitz 54 ausgebildet, der die magnetischen Eigenschaften der Polscheibe 44 nochmals begünstigt.

[0019] Die Polscheibe 44 kann so gestaltet werden, dass sie außer dem Außenring 52, der den Außenpol 42 überdeckt, auch einen Innenring 56 enthält, welcher optional den Innenpol 40 des aus Pulververbundmaterial gefertigten Magnetkerns 12 abdecken könnte. Damit kann auch dort eine Entlastung des Magnetkerns 12, oder bei unvollständiger Abdeckung des Innenpols 40, eine Erhöhung der Luftspaltinduktion und damit eine

Steigerung der Magnetkraft erreicht werden. In diesem Falle sind der Innenring 56 und der Außenring 52 der Polscheibe 44 aus ferromagnetischem Massivmaterial durch schmale Haltestege 60 miteinander verbunden. Diese gehen bereits bei einem geringen Spulenstrom, mit dem die Magnetspule 28 des Magnetkreises 10 bestrahlt wird, in die magnetische Sättigung und sind daher für den weiteren Feldaufbau nicht mehr relevant.

[0020] Aus der Darstellung gemäß Figur 3 geht hervor, dass zur Fixierung des Innenringes 56 drei Haltestege 60 vorhanden sind, die in einem Winkel von etwa 120° zueinander positioniert sind. Anstelle der in der Ausführungsform gemäß Figur 3 dargestellten drei Haltestege 60 kann auch eine geringere oder eine größere Anzahl von Haltestegen 60 zur Fixierung des Innenringes 56 der Polscheibe 44 an deren Außenring 52 eingesetzt werden. Auch am Innenring 56, der optional den Innenpol 40 des Magnetkerns 12 überdecken könnte, lässt sich - wie in Figur 3 dargestellt - mindestens ein Radialschlitz 58 erzeugen. Alternativ kann eine Polscheibe 44 eingesetzt werden, die vergleichbare magnetische Eigenschaften aufweist, wenn diese statt aus einem ferromagnetischen Massivmaterial aus einem Sintermaterial oder in MIM-Technik hergestellt wird. Auch die elektrische Leitfähigkeit eines solchen Materials entspricht weitgehend jenes eines ferromagnetischen Massivmaterials.

Patentansprüche

1. Magnetkreis (10) für ein Magnetventil zur Betätigung eines Ankers (22) mit einem Ankerbolzen (26) sowie eine Ankerplatte (24) mit einer in einem Magnetkern (12) aus Pulververbundmaterial eingebetteten Magnetspule (28), wobei der Magnetkern (12) einen Innenpol (40) und einen Außenpol (42) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Magnetkern (12) und dem Anker (22) in einer durch Rücksetzung der Polfläche des Magnetkerns (12) gebildeten Ausnehmung eine Polscheibe (44) aus einem ferromagnetischen Massivmaterial eingesetzt ist, die zumindest den Außenpol (42) des Magnetkerns (12) zumindest teilweise überdeckt.
2. Magnetkreis (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polscheibe (44) aus Sintermaterial oder in MIM-Technik gefertigt ist.
3. Magnetkreis (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in die durch Rücksetzung der Polfläche des Magnetkerns (12) gebildete Ausnehmung eingesetzte Polscheibe (44) den Bereich des Außenpols (42) und zumindest teilweise den Bereich des Innenpols (40) überdeckt.
4. Magnetkreis (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polscheibe (44) zwischen

einer aus amagnetischem Material gefertigten Hülse (30) und einer Stirnseite (16) des Magnetkerns (12) eingespannt ist.

5. Magnetkreis (10) gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich zwischen der Stirnseite (16) des Magnetkerns (12) und einem Absatz der aus einem amagnetischen Material gefertigten Hülse (30) eine Einspannstelle (48) befindet, an der die Polscheibe (44) im Magnetventilverbund angeordnet ist. 5 10
6. Magnetkreis (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polscheibe (44) einen Außenring (52) umfasst, der den Außenpol (42) des Magnetkreises (12) überdeckt und zumindest einen Radialschlitz (54) aufweist. 15
7. Magnetkreis (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polscheibe (44) einen Außenring (52) zur Abdeckung des Außenpoles (42) sowie einen Innenring (56) zur Abdeckung des Innenpols (40) des Magnetkerns (12) aufweist. 20
8. Magnetkreis (10) gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (56) mit dem Außenring (52) der Polscheibe (44) über zumindest zwei schmale Haltestege (60) verbunden ist, wobei der Innenring (56) der Polscheibe (44) zumindest einen Radialschlitz (58) aufweist. 25 30

Claims

1. Magnetic circuit (10) for a solenoid valve for actuating an armature (22) having an armature bolt (26) and an armature plate (24) with a solenoid (28) which is embedded in a magnetic core (12) made of a composite powder material, wherein the magnetic core (12) comprises an internal pole (40) and an external pole (42), **characterized in that** a pole disc (44) made of a solid ferromagnetic material is inserted between the magnetic core (12) and the armature (22) in a recess which is formed by setting back the pole surface of the magnetic core (12), said pole disc (44) at least partially covering the external pole (42) of the magnetic core (12). 35 40
2. Magnetic circuit (10) according to Claim 1, **characterized in that** the pole disc (44) is fabricated from sintered material or using MIM technology. 45 50
3. Magnetic circuit (10) according to Claim 1, **characterized in that** the pole disc (44), which is inserted into the recess which is formed by setting back the pole surface of the magnetic core (12), covers the region of the external pole (42) and at least partially the region of the internal pole (40). 55

4. Magnetic circuit (10) according to Claim 1, **characterized in that** the pole disc (44) is clamped in between a sleeve (30) fabricated from nonmagnetic material and an end side (16) of the magnetic core (12).
5. Magnetic circuit (10) according to Claim 4, **characterized in that** a clamping-in point (48), on which the pole disc (44) is arranged in the solenoid valve assembly, is located between the end side (16) of the magnetic core (12) and a shoulder of the sleeve (30) which is fabricated from a nonmagnetic material.
6. Magnetic circuit (10) according to Claim 1, **characterized in that** the pole disc (44) comprises an external ring (52) which covers the external pole (42) of the magnetic circuit (12) and has at least one radial slit (54).
7. Magnetic circuit (10) according to Claim 1, **characterized in that** the pole disc (44) has an external ring (52) for covering the external pole (42) and an internal ring (56) for covering the internal pole (40) of the magnetic core (12).
8. Magnetic circuit (10) according to Claim 7, **characterized in that** the internal ring (56) is connected to the external ring (52) of the pole disc (44) via at least two narrow securing webs (60), wherein the internal ring (56) of the pole disc (44) has at least one radial slit (58).

Revendications

1. Circuit magnétique (10) pour soupape magnétique, destiné à actionner un induit (22) et présentant un goujon d'induit (26) ainsi qu'une plaque d'induit (24) doté d'une bobine magnétique (28) incorporée dans un noyau magnétique (12) en matériau composite pulvérulent, le noyau magnétique (12) comportant un pôle intérieur (40) et un pôle extérieur (42), **caractérisé en ce que** une plaque polaire (44) en matériau ferromagnétique massif qui recouvre au moins en partie le pôle extérieur (42) du noyau magnétique (12) est insérée entre le noyau magnétique (12) et l'induit (22), dans une découpe formée par un retrait de la surface polaire du noyau magnétique (12).
2. Circuit magnétique (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque polaire (44) est réalisée en matériau fritté ou par une technique MIM.
3. Circuit magnétique (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque polaire (44) insérée dans la découpe formée par un retrait de la surface polaire du noyau magnétique (12) couvre le niveau

du pôle extérieur (42) et au moins en partie le niveau du pôle intérieur (40).

4. Circuit magnétique (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque polaire (44) est serrée entre une douille (30) réalisée en un matériau à magnétique et un côté frontal (16) du noyau magnétique (12). 5
5. Circuit magnétique (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**un emplacement de serrage (48) sur lequel la plaque polaire (44) est disposée dans l'ensemble de soupape magnétique est situé entre le côté frontal (16) du noyau magnétique (12) et un appendice de la douille (30) réalisée en un matériau non magnétique. 10 15
6. Circuit magnétique (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque polaire (44) présente un anneau extérieur (52) qui recouvre le pôle extérieur (42) du circuit magnétique (12) et qui présente au moins une fente radiale (54). 20
7. Circuit magnétique (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque polaire (44) présente un anneau extérieur (52) qui recouvre le pôle extérieur (42) et un anneau intérieur (56) qui recouvre le pôle intérieur (40) du noyau magnétique (12). 25
8. Circuit magnétique (10) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'anneau intérieur (56) est relié à l'anneau extérieur (52) de la plaque polaire (44) par au moins deux étroites nervures de maintien (60), l'anneau intérieur (56) de la plaque polaire (44) présentant au moins une fente radiale (58). 30 35

40

45

50

55

Fig. 1

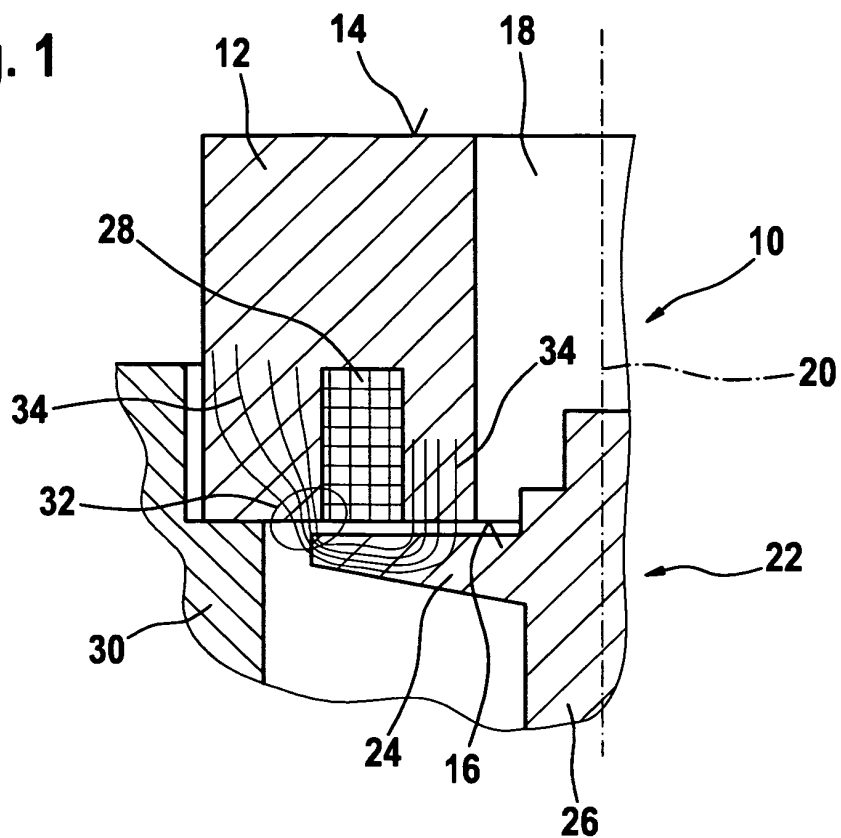


Fig. 2

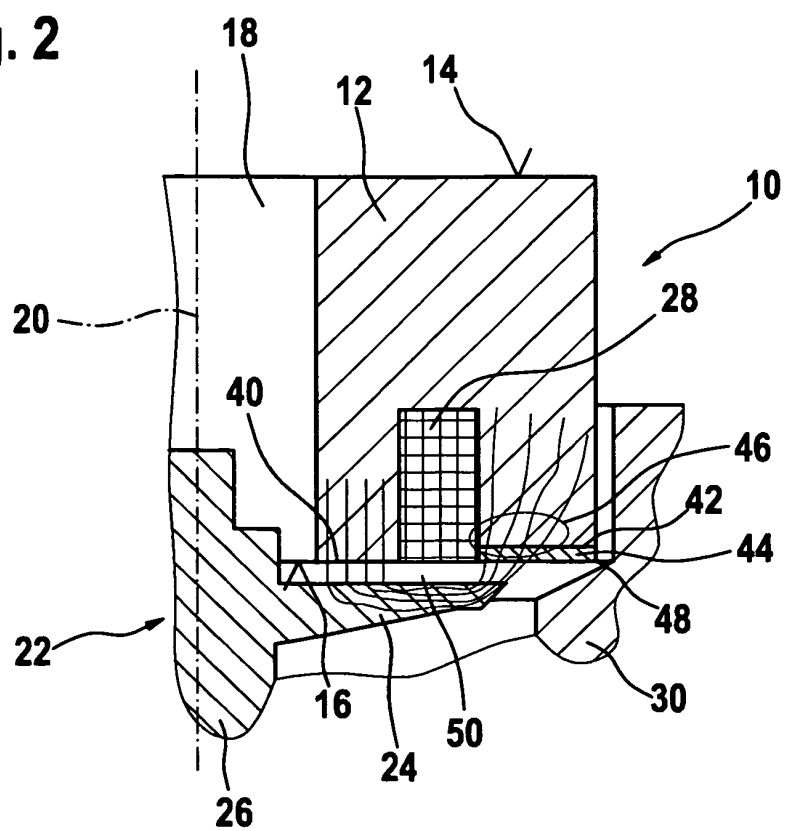
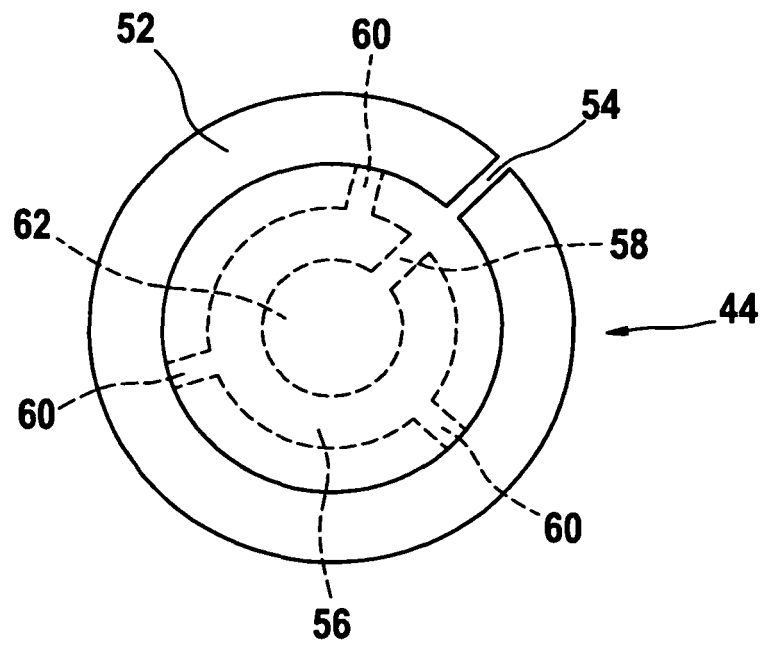


Fig. 3



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 19650865 A1 [0001]