

(19)



(11)

EP 2 056 308 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.2009 Patentblatt 2009/19

(51) Int Cl.:
H01F 7/08 (2006.01) H01F 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08018926.9**

(22) Anmeldetag: **30.10.2008**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(30) Priorität: **05.11.2007 DE 102007053005**

(71) Anmelder: **UNI-GERÄTE E. Mangelmann
ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
GmbH
D-47652 Weeze (DE)**

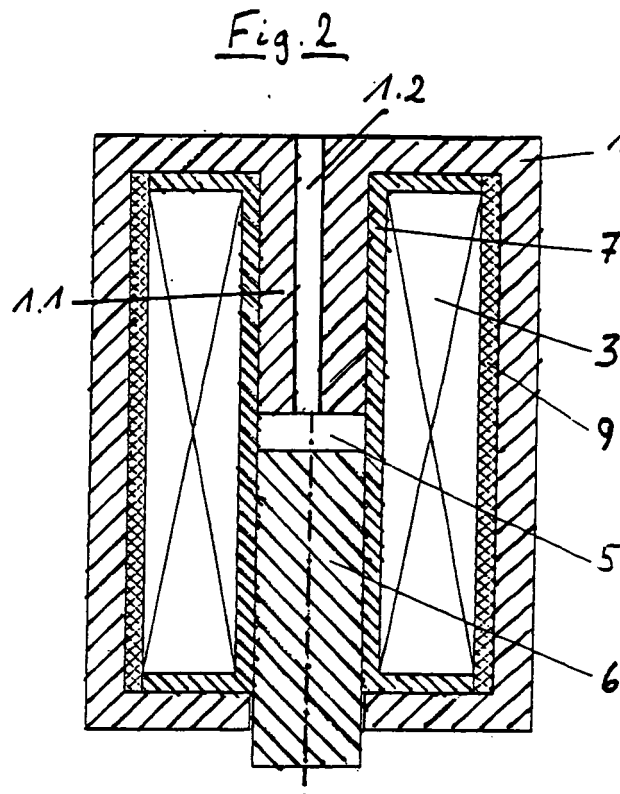
(72) Erfinder:
• **Brünkmans, Daniel, Dipl.-Ing.
47623 Kevelaer (DE)**
• **Kleining, Gregor, Dipl.-Ing.
47906 Kempen (DE)**
• **Elsbrock, Josef, Prof. Dr.-Ing.
46485 Wesel (DE)**

(74) Vertreter: **Sroka, Peter-Christian
Patentanwalt,
Dominikanerstrasse 37
40545 Düsseldorf (DE)**

(54) **Hubmagnet**

(57) Ein Hubmagnet, enthaltend einen topfförmigen Magnetkörper aus massivem Eisen und einen Anker, sowie mindestens einer Erregerspule, ist **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass im Bereich des Magnetkörpers (1), des Ankers (6) und der Erregerspule (3) und zwischen diesen Elementen vorhandene Räume durch magnetisch leitende Materialien (9) ausgefüllt sind.



EP 2 056 308 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hubmagneten, enthaltend einen topfförmigen Magnetkörper aus massivem Eisen, einen Magnetanker sowie mindestens eine Erregerspule.

[0002] Bei der Konstruktion von Hubmagneten in Form von sogenannten Topfmagneten treten sogenannte parasitäre Bereiche auf, die physikalisch gesehen große magnetische Widerstände darstellen, die beim Betrieb des Magnetsystems zu erheblichen magnetischen Gesamtflussverlusten führen. Diese Verluste äußern sich je nach Ausführungsart der Hubmagnete unterschiedlich und verringern insbesondere die Hubarbeit des Magneten erheblich.

[0003] Parasitäre Bereiche werden gebildet durch in einen Hubmagneten integrierte, magnetisch nicht leitende Medien, wie beispielsweise Luft, Gase, oder durch nicht leitende Feststoffe, wie beispielsweise Kunststoff, Pappe oder dergleichen. Die durch solche Medien / Feststoffe entstehenden parasitären Bereiche führen zu einem geringeren magnetischen Gesamtfluss durch den Eisenkreis des elektromagnetischen Systems. Derartige parasitäre Bereiche lassen sich häufig herstellungsbedingt nicht vermeiden, insbesondere, wenn bei der Herstellung der Magnete, insbesondere Hubmagnete, konfektionierte Ausgangsmaterialien verwendet werden, die zu Spalten oder Hohlräumen zwischen den einzelnen Bauteilen führen.

[0004] Die Erfindung geht aus von einem in der DE 10 2004 023 905 A1 beschriebenen, als Topfmagneten bezeichneten Hubmagneten, bei dem der wesentliche magnetische Fluss durch einen Eisenkreis verläuft, der aus einem topfförmigen Joch mit integriertem Ankergegenstück und einem Anker besteht. In dieser Druckschrift ist zum Ausdruck gebracht, dass der magnetische Fluss bei herkömmlichen elektromagnetischen Betätigungseinrichtungen in Form von Hubmagneten im wesentlichen durch die unvermeidlichen Luftspalte abgeschwächt wird, so dass man bestrebt ist, die Größe der Luftspalte auf ein Minimum zu reduzieren, um einen möglichst großen magnetischen Fluss zu erhalten. Zu diesem Zweck ist in die Erregerspule zentral ein Ankerführungsrohr eingesetzt, das wenigstens abschnittsweise aus einem magnetisch leitenden Werkstoff gebildet ist, wobei die Permeabilität des Ankerführungsrohres wenigstens abschnittsweise geringer ist als die Permeabilität des topfförmigen Jochs, des unbeweglichen Ankergegenstücks und des beweglichen Ankers. Um den Abschnitt des Ankerführungsrohres mit geringer Permeabilität zu erhalten, wird von einem zuvor homogenmagnetisch gut leitendem Rohr ausgegangen, das einer Wärmebehandlung mit anschließendem schnellem (Schock) Abkühlen unterworfen werden muss. Abgesehen von einem relativ aufwändigen Herstellungsaufwand enthält dieser bekannte Topf- bzw. Hubmagnet weiterhin in dem Ringraum zwischen der Erregerspule und dem topfförmigen Eisenkreisabschnitt parasitäre Bereiche bildende Luftspalte,

die zu einer Abschwächung des magnetischen Flusses und damit zu einem reduzierten Wirkungsgrad des Topf- bzw. Hubmagneten führen.

[0005] In der DE 101 39 447 A1 ist ein auch für einen Hubmagneten geeigneter Spulenaufbau beschrieben, bei dem das Spulenjoch aus einer Vergussmasse mit magnetischen Eigenschaften besteht, in die die Erregerspule eingebettet ist. Die Vergussmasse besteht vorzugsweise aus Epoxidharz oder einem anderen Kunststoff, in dem magnetische Partikel oder Füllstoffe, z.B. Eisenspäne, gleichmäßig verteilt sind. Eine derartige Vergussmasse führt, verglichen mit einem topfförmigen Joch aus massivem Eisen, zu einem verschlechterten Wirkungsgrad.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen zu treffen, um Hubmagnete zu optimieren, indem die durch "parasitäre" Bereiche entstehenden Verluste vermieden oder zumindest weitgehend herabgesetzt werden.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass diese parasitären Bereiche je nach technischer Umsetzbarkeit und ohne Beeinträchtigung der erforderlichen elektrischen Isolierung und Absicherung ganz oder zumindest teilweise durch magnetisch leitfähige Materialien ausgefüllt bzw. ersetzt sind.

[0008] Die magnetisch leitenden Materialien können sowohl in fester Form, wie beispielsweise in Form von Eisenpulver (Eisen steht im folgenden immer als Synonym für magnetisch leitende Werkstoffe), mit idealerweise sehr kleinen Teilchengrößen unter $5\mu\text{m}$ (wodurch ein Ausfüllen der parasitären Bereiche zu annähernd 100 % ermöglicht wird), massiven Eisenblechen, Eisenspänen oder ähnlichem, als auch in flüssiger Form, wie magnetorheologische Flüssigkeiten oder Ferrofluiden vorliegen.

[0009] Eine weitere, sehr effiziente Möglichkeit die parasitären Bereiche zu eliminieren, besteht in einem Fluid, welches seinen Aggregatzustand von zunächst fließfähig zu (nach einer gewissen Aushärtezeit) fest ändert. Diese Fähigkeit besitzen beispielsweise diverse Vergussmassen wie vorzugsweise Zweikomponenten Epoxidharze, Zweikomponenten-Siliconharzen, Zweikomponentenharzen auf der Basis von organischen Kunstharzen usw.. Diese Vergussmassen besitzen den positiven Nebeneffekt einer hohen Wärmeleitfähigkeit; sie haben jedoch den Nachteil, magnetisch nicht leitfähig zu sein. Sie werden erfindungsgemäß daher durch Beimischen von Eisenfeststoffen in vorzugsweise sehr kleinen Teilchengrößen von vorzugsweise unter $5\mu\text{m}$ und mit Volumenanteilen zwischen 50 bis 95 Vol.-%, vorzugsweise im Bereich von etwa 80 - 85 Vol.-%, magnetisch leitfähig gemacht. Der große Vorteil dieser Vorgehensweise liegt

a) in einer zusätzlichen besseren Wärmeleitfähigkeit des Magnetsystems, das mit der magnetisch leitfähigen Vergussmasse vergossen wurde, sowie darin, dass

b) die Vergussmasse in flüssiger Form auch in die noch so kleinsten Winkel des Magnetsystems einfließen kann, ohne später wieder auslaufen zukönnen, da sie ja komplett aushärtet.

[0010] Der Aggregatzustand der Vergussmasse steigt mit dem Feststoffanteil in der Vergussmasse von einer geringen Viskosität bei z.B. 50 Vol.-% stetig und ähnelt bei knapp unter 95 Vol.-% dem einer Paste. Im Einzelfall hängt die Konzentration der Eisenpartikel in der Vergussmasse daher zum einen von der Anfangsviskosität (Trägermedium ohne beigemischte Eisenpartikel) ab, (je geringer die Anfangsviskosität des Trägermediums ist, desto mehr Feststoffe können beigemischt werden) als auch von dem einzelnen Einsatzbereich, indem abgeschätzt wird, ob die magnetische Vergussmasse noch eigenständig fließfähig sein muss, oder ob sie auch in Form einer Paste mit hoher Viskosität [aber auch einem hohen Eisenanteil] durch Einpressen in den Luftspalt eingesetzt wird.

[0011] Erfindungsgemäß besteht je nach Anwendungszweck auch die Möglichkeit, Einkomponentenkleber, Silicon oder ähnliches als Trägerstoff für die Eisenpartikel magnetisch leitfähig zu machen und einzusetzen.

[0012] Eine vorteilhafte Möglichkeit der Reduzierung der magnetischen Widerstände in den parasitären Bereichen besteht in der Verwendung einer magnetisch gut leitfähigen Paste aus beispielsweise einem Gemisch aus Öl als Trägerfluid und Eisenpulver in einer hohen Konzentration, um die daraus entstehende Paste durch intensives Vermischen homogen magnetisch leitfähig zu machen.

[0013] Diese Paste härtet zwar nicht aus, was aber in manchen Einsatzbereichen geeigneter ist als eine Vergussmasse, die nach dem Befüllen der parasitären Bereiche aushärtet.

[0014] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Hubmagneten in Form eines Topfmagneten beschrieben.

Figur 1 zeigt in schematisierter Darstellung eine Schnittansicht eines bekannten Hubmagneten; Die Figuren 2 bis 11 zeigen in schematisierter Darstellung Schnittansichten diverser Ausführungsformen erfindungsgemäß gestalteter Hubmagnete.

[0015] Der in Figur 1 dargestellte Hubmagnet besteht aus einem im wesentlichen topfförmigen Magnetkörper (1) aus massivem Eisen, einer Magneterregerspule 3 und einem in axialer Richtung beweglichen Anker 6, dem als Teil des Magnetkörpers 1 ein axial zum Anker 3 ausgerichtetes Ankergegenstück 1.1 ebenfalls aus massivem Eisen gegenüber liegt. Zwischen dem Ankergegenstück 1.1 und dem Anker 6 befindet sich eine Brücke 4 aus antimagnetischem, d.h. unmagnetischem Material. Die Brücke 4 bildet ein in der Regel rohrförmiges Führungselement für den Anker 6 im Bereich des Arbeits-

luftspaltes 5. Zum Druckausgleich ist das Ankergegenstück 1.1 jeweils mit einer an den Arbeitsluftspalt 5 angeschlossenen Druckausgleichsbohrung 1.2 versehen.

[0016] In den Figuren 2 bis 11 dargestellte Elemente, die der Darstellung von Figur 1 entsprechen, haben die gleichen Bezugszeichen.

[0017] Der bekannte Hubmagnet gemäß Figur 1 enthält parasitäre Bereiche 2 in Form von Luftspalten und/oder antimagnetischen Stoffen zwischen dem Eisenkreis 1, 11 und 6 und der Erregerspule 3.

[0018] Der in Figur 2 dargestellte Hubmagnet besteht aus einem aus massivem Eisen bestehenden topfförmigen Magnetkörper 1 inklusive des Ankergegenstücks 1.1, dem Anker 6 und der Erregerspule 3, die auf einen antimagnetischen Spulenträger 7 aufgewickelt ist, der gleichzeitig als Brücke zwischen dem Ankergegenstück 1.1 und dem beweglichen Anker 6 wirksam ist. Eine Füllung 9 aus magnetisch leitfähigem Material, vorzugsweise in Form von Eisenpartikeln, z.B. Eisenpulver, umgibt die Erregerspule 3. Die gemäß Figur 1 vorhandenen Luftspalte sind damit durch den Spulenträger 7 und die Füllung 9 eliminiert.

[0019] Der in Figur 3 dargestellte Hubmagnet besteht aus einem topfförmigen Magnetkörper 1 einschließlich Ankergegenstück 1.1, dem Anker 6, der Erregerspule 3 und einer Brücke 4. Die gemäß Figur 1 vorhandenen Luftspalte um die Erregerspule 3, d.h. die parasitären Bereiche nehmen eine Füllung 9 aus magnetisch leitfähigem Material auf.

[0020] Der in Figur 4 dargestellte Hubmagnet besteht aus einem statischen Magnetkörper 1 einschließlich Ankergegenstück 1.1, einem Anker 6, einer Erregerspule 3 sowie einer Brücke 4. Die an den Arbeitsluftspalt 5 anschließende Druckausgleichsbohrung 1.2 mündet in einen durch eine Membran 8 verschlossenen Druckausgleichsraum 8.1. Der Arbeitsluftspalt 5, die Druckausgleichsbohrung 1.2 sowie der Druckausgleichsraum 8.1 enthalten eine Füllung aus magnetisch leitfähigem Material, z.B. ein Ferrofluid oder eine magnetorheologische Flüssigkeit mit gegebenenfalls eingemischtem Eisenpulver oder eine magnetisch leitfähige Paste.

[0021] Bei dem Hubmagneten gemäß Figur 5 sind die Lösungsvorschläge gemäß den Figuren 2 und 4 verwirklicht, was durch die entsprechenden Bezugszeichen und Schraffierungen zum Ausdruck gebracht ist.

[0022] Bei dem Hubmagneten gemäß Figur 6 sind die Lösungsvorschläge gemäß den Figuren 3 und 4 verwirklicht, was durch die entsprechenden Bezugszeichen zum Ausdruck gebracht ist.

[0023] Bei der Ausführungsform gemäß Figur 7 ist der aus massivem Eisen bestehende Magnetkörper 1 unter Inkaufnahme erhöhter Herstellungsgenauigkeit so gestaltet, dass parasitäre Bereiche beispielsweise in Form von Luftspalten im wesentlichen nicht vorhanden sind, jedoch mit Ausnahme des zwischen dem Anker 6 und dem Ankerkerngegenstück 1.1 befindlichen Arbeitsluftspaltes 5, der gemäß der Ausführungsform von Figur 5 über die Druckausgleichsbohrung 1.2 an einen durch ei-

ne Membran 8 verschlossene Druckausgleichsraum 8.1 angeschlossen ist. Die an sich parasitären Bereiche des Arbeitsluftspaltes 5, der Bohrung 1.2 und des Druckausgleichsraums 8.1 enthalten eine Füllung aus magnetisch leitfähigem Material.

[0024] Der in Figur 8 dargestellte Hubmagnet enthält einen die Erregerspule 3 unmittelbar umgebenden Magnetkörper 1 einschließlich Ankergegenstück 1.1, beide bestehend z.B. aus einer magnetisch leitfähigen Vergusskapselung, einen Anker 6 sowie einen Spulenträger 7. An sich parasitäre Räume im Bereich des Arbeitsluftspaltes 5, der Bohrung 1.2 im Ankergegenstück 1.1 und des Druckausgleichsraums 8.1 nehmen eine fließfähige Füllung aus magnetisch leitfähigem Material auf.

[0025] Bei dem Hubmagneten gemäß Figur 9 ist der aus massivem Eisen bestehende, statische Magnetkörper 11 auf einen Deckel 11.2 sowie ein dem dynamischen Anker 6 gegenüber gestelltes Ankergegenstück 11.1 reduziert, das eine den Arbeitsluftspalt 5 mit dem Druckausgleichsraum 8.1 verbindende Bohrung 11.12 hat; die Räume 5, 8.1 und 11.12 nehmen eine magnetisch leitfähige, fließfähige Füllung auf. Die Erregerspule 3 ist auf einen Spulenträger 7 aufgewickelt und in einen parasitäre Bereiche ausschließenden Topf 12 aus magnetisch leitfähigem Material vorzugsweise z.B. in Form einer Vergussmasse mit beigemischten Eisenfeststoffen eingebettet, wobei die starre Vergussmasse durch Aushärten eines geeigneten Fluids entstanden ist.

[0026] Bei der Ausführungsform gemäß Figur 10 ist der aus massivem Eisen bestehende, statische Magnetkörper 11 auf ein dem dynamischen Magnetkern bzw. Anker 6 gegenüberliegendes Magnetkerngegenstück 11.1 sowie einen Deckel 11.2 reduziert. Die Erregerspule 3 ist auf einen Spulenträger 7 aufgewickelt und im Sinn der vorliegenden Erfindung von einem parasitäre Bereiche ausschließenden Topf 12 gemäß Figur 9 aus magnetisch leitfähigem Material umgeben. Es fehlt hier ein Druckausgleichsraum und die Befüllung des Arbeitsluftspaltes 5 und der Bohrung 11.1 mit magnetisch leitfähigem Material.

[0027] Bei der Ausführungsform gemäß Figur 11 ist der aus massivem Eisen bestehende statische Magnetkörper 11 reduziert auf einen Deckel 11.2, ein Ankergegenstück 11.1 und einem Bodenabschnitt 11.3. Die auf einen Spulenträger 7 aufgewickelte Erregerspule 3 ist von einem Zylinder 13 aus magnetisch leitfähigem Material vorzugsweise in Form von einer Vergussmasse mit beigemischten Eisenfeststoffen umgeben, wobei diese starre Vergussmasse durch Aushärten eines geeigneten Fluids entstanden ist.

[0028] Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Prinzips können beträchtliche Verbesserungen erreicht werden.

[0029] Grundlegend ist festzuhalten, dass in diesem Zusammenhang bei der Optimierung nur der magnetische Wirkungsgrad betrachtet wird, da dieser nicht, wie es beim Gesamtwirkungsgrad der Fall ist, von der Einschaltzeit abhängt. Bei gegen unendlich strebender Ein-

schaltzeit mit der daraus resultierenden gegen unendlich strebenden Verlustenergie, nähert sich der Gesamtwirkungsgrad dem Wert 0, da der gesamte Energieaufwand sich nur noch in Verlustenergie in Form von Wärme umwandelt. Der hier betrachtete magnetische Wirkungsgrad hingegen ist von der Einschaltzeit unabhängig. Der magnetische Wirkungsgrad ist definiert als der Quotient, der im stationären Fall frei werdenden mechanisch nutzbaren Energie zu der im Idealfall umgewandelten Endenergie.

[0030] Numerisch hängt der magnetische Wirkungsgrad insbesondere auch von der Größe des Magnetsystems ab; so haben sehr kleine Magnetsysteme in der Regel geringere magnetische Wirkungsgrade als größere Magnetsysteme, was jedoch von der eigentlichen Optimierung unabhängig ist. Für einen bestimmten Prototypen eines Magnetsystems konnte ohne Anwendung des erfindungsgemäßen Prinzips, also ohne Optimierung im Sinne der vorliegenden Erfindung ein magnetischer Wirkungsgrad von ca. 60 % gemessen werden. Nach der Optimierung mit einer aushärtenden Vergussmasse, die einen Eisenpulveranteil im Bereich von 70 Vol.-% enthielt, hat sich der magnetische Wirkungsgrad auf 70 %, d.h. also um 10 %-Punkte verbessert, was einer Wirkungsgradverbesserung im Bereich von 16 bis 17 % entspricht. Durch Ausfüllen der parasitären Luftbereiche bis zu annähernd 100 % mit Eisenpulver kann eine weitere Wirkungsgradverbesserung erreicht werden, wobei zu beachten ist, dass grundsätzlich der magnetische Wirkungsgrad maximal auf einen Wert von ca. 80 % verbessert werden kann, wobei es sich dann allerdings um ein ideales Magnetsystem ohne irgendwelche parasitären Bereiche handelte.

Patentansprüche

1. Hubmagnet, enthaltend einen topfförmigen Magnetkörper aus massivem Eisen und einen Anker, sowie mindestens einer Erregerspule, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Magnetkörpers (1), des Ankers (6) und der Erregerspule (3) und zwischen diesen Elementen vorhandene Räume durch magnetisch leitende Materialien (9) ausgefüllt sind.
2. Hubmagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisch leitfähige Material aus in fester Form vorliegendem Eisen besteht.
3. Hubmagnet nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisch leitfähige Material partikelförmiges Eisen in Form von Eisenpulver, Eisenspänen oder dergleichen ist.
4. Hubmagnet nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das partikelförmige Eisen eine sehr kleine Teilchengröße, vorzugsweise unter 5 µm, hat.

5. Hubmagnet nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als magnetisch leitfähiges Material Eisenbleche verwandt sind.
6. Hubmagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisch leitfähige Material eine magnetorheologische Flüssigkeit, ein Ferrofluid oder eine magnetisch leitfähige Paste.
7. Hubmagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisch leitfähige Material in einen fließfähigen oder pastenförmigen Trägerstoff eingebettet ist.
8. Hubmagnet nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisch leitfähige Material in eine Vergussmasse eingebettet ist, die durch Aushärten eines Eisenfeststoffs enthaltenden Fluids entstanden ist, das seinen Aggregatzustand von zunächst fließfähig zu fest verändert.
9. Hubmagnet nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Fluid ein solches verwandt ist, das im festen Zustand eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist.
10. Hubmagnet nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluid ausgewählt ist aus der Gruppe von Zweikomponenten-Epoxidharzen, Zweikomponenten-Siliconharzen, Zweikomponentenharzen auf der Basis von natürlichen Kunstharzen und dergleichen.
11. Hubmagnet nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Trägerstoff ein Einkomponentenkleber, Silicon oder dergleichen verwendet ist.
12. Hubmagnet nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Trägerstoff Öl verwandt ist, das durch Zusatz der magnetisch leitfähigen Partikel in einen pastenförmigen Zustand gebracht ist.
13. Hubmagnet nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eisenfeststoffe aus Eisenpulver mit sehr kleinen Teilchengrößen, vorzugsweise unter $5\mu\text{m}$ bestehen.
14. Hubmagnet nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisch leitfähige Material in dem Trägerstoff einen Volumenanteil zwischen 50 bis 95 Vol.-%, vorzugsweise im Bereich von etwa 80 bis 85 Vol.-%, hat.
15. Hubmagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen topfförmigen Magnetkörper (1) aufweist, in dem die zumindest teilweise den Anker (6) umgebende Erregerspule (3) untergebracht ist, dass dem Anker (6) im Ruhezustand zur Bildung eines Arbeitsspalt ein Ankergegenstück (1.1) gegenüberliegt, das Teil des Magnetkörpers (1) ist, und dass eine den Arbeitsspalt überbrückende Brücke aus antimagnetischem Material vorgesehen ist, die einerseits ein Führungselement für den Anker bildet und andererseits gegen das Ankergegenstück (1.1) anliegt.
16. Hubmagnet nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich zwischen dem Magnetkörper (1) und der Erregerspule (3) magnetisch leitende Materialien befinden.
17. Hubmagnet nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Erregerspule (3) und dem Anker (6) und dem Gegenanker (1.1) magnetische Materialien angeordnet sind.
18. Hubmagnet nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Arbeitsluftspalt (5) eine Druckausgleichsbohrung (1.2) anschließt, die in einen durch eine Membran (8) verschlossenen Druckausgleichsraum (8.1) mündet, und dass in den Arbeitsluftspalt (5), die Druckausgleichsbohrung (1.2) und den Druckausgleichsraum (8.1) ein Ferrofluid bzw. eine magnetorheologische Flüssigkeit eingefüllt ist.

Fig. 1

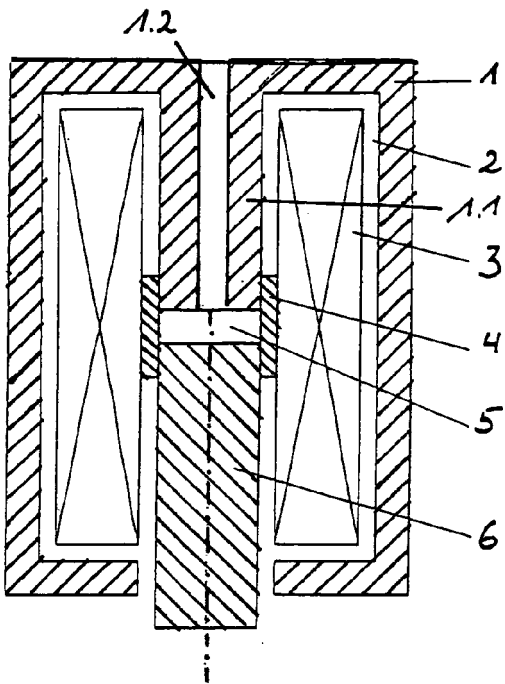


Fig. 2

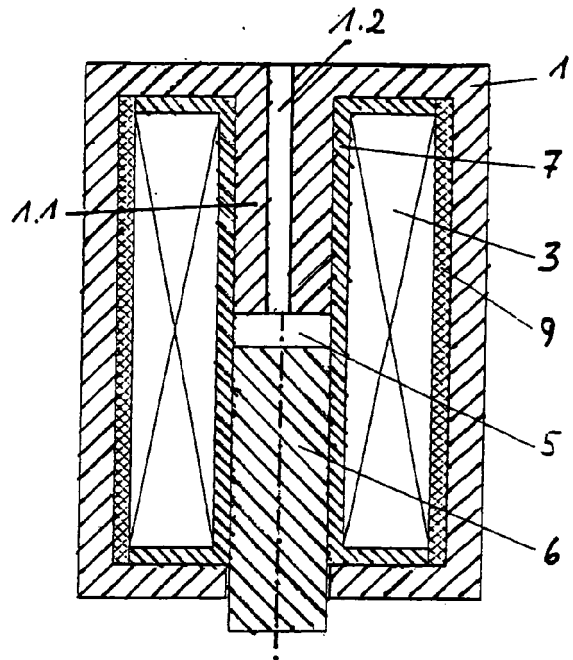


Fig. 3

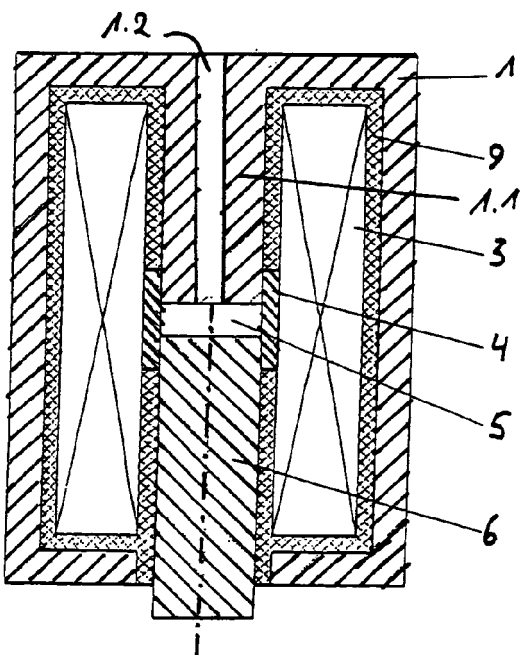


Fig. 4

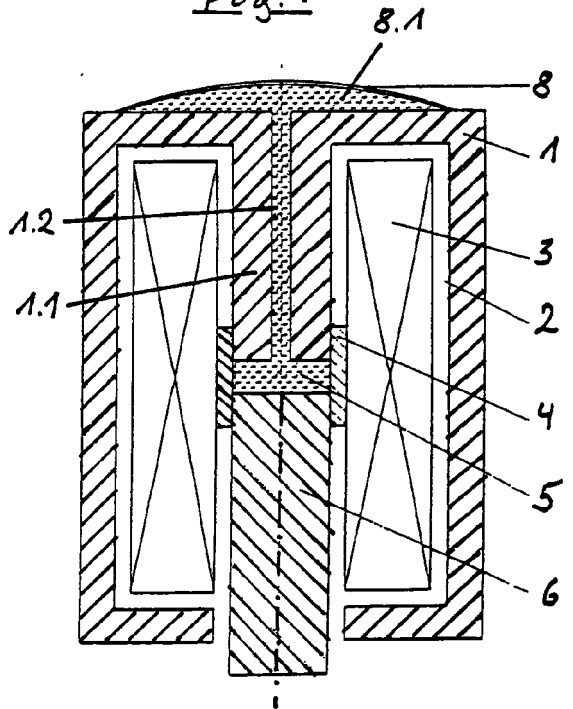


Fig. 5

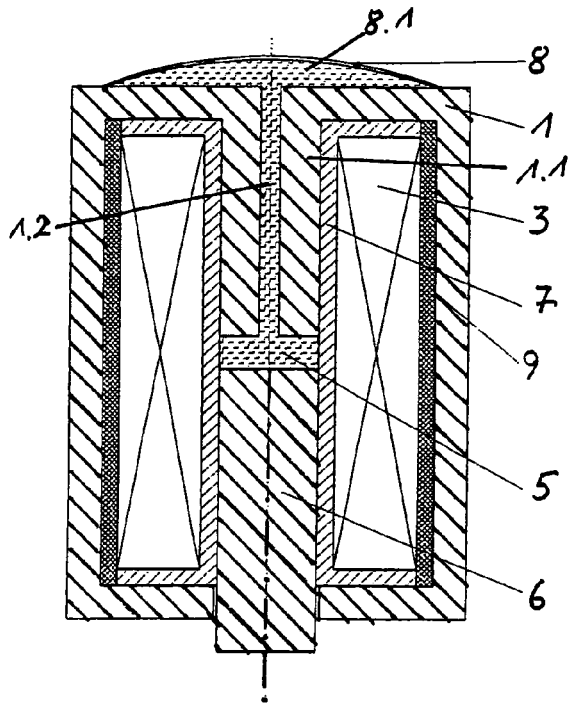


Fig. 6

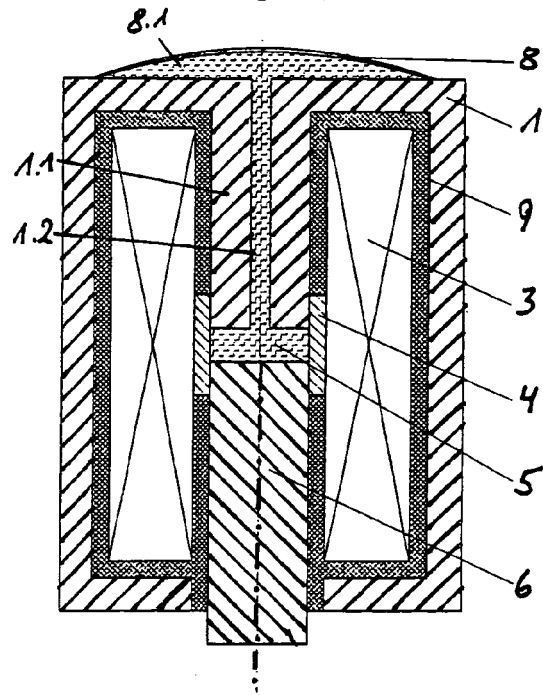


Fig. 7

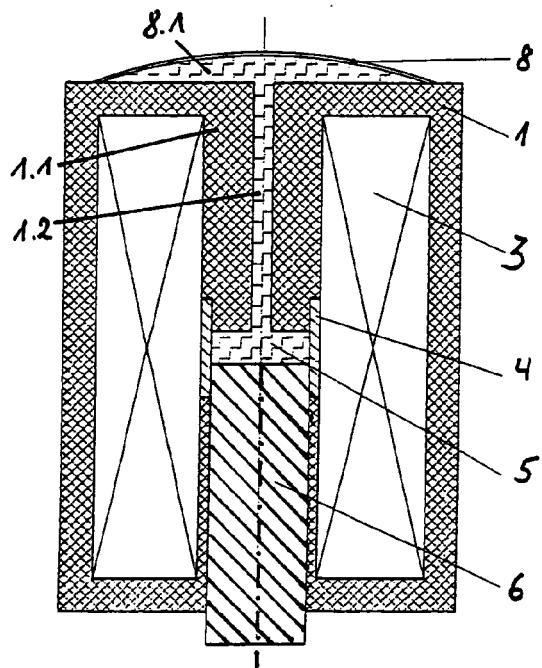
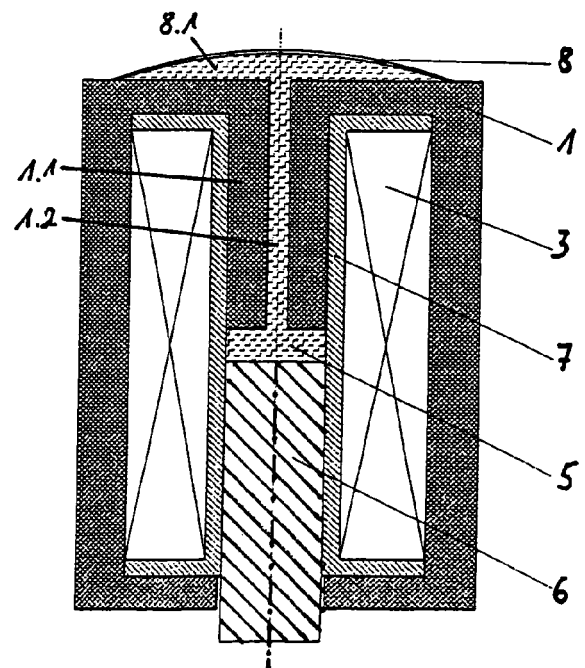
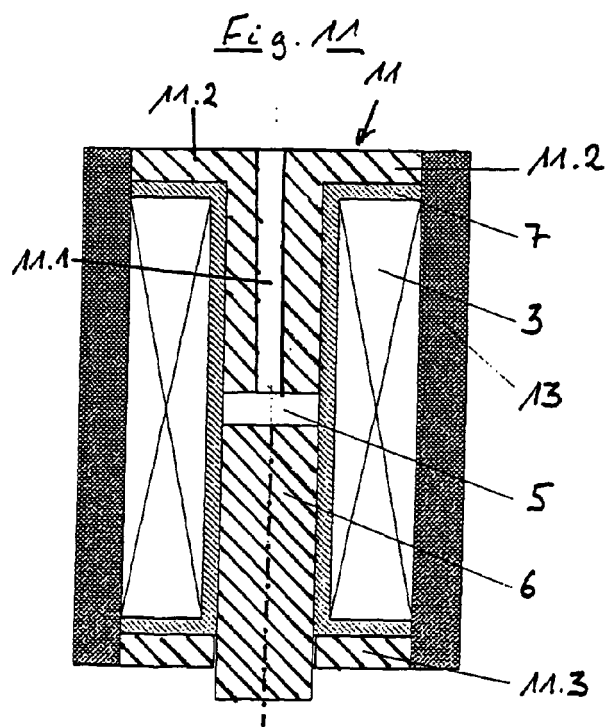
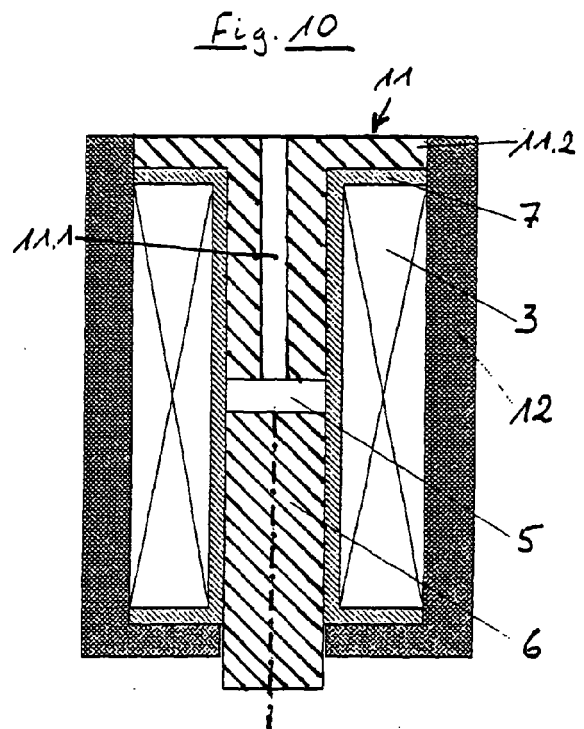
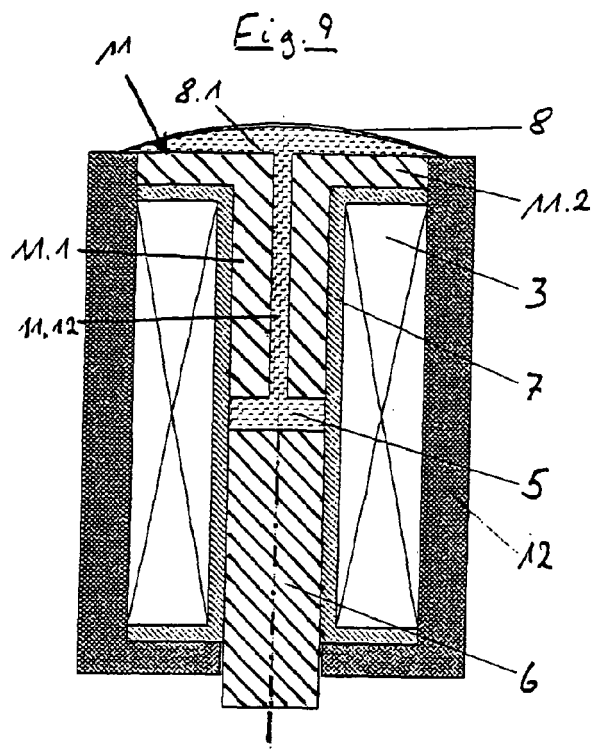


Fig. 8







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 8926

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 052 177 A (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUG [DE]) 26. Mai 1982 (1982-05-26) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeilen 11-24 * * Seite 3, Zeilen 3-16 * * Seite 4, Zeilen 27-32 * * Seite 5, Zeilen 6-10 * * Abbildungen 1,2 * -----	1,6,7	INV. H01F7/08 H01F7/16
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		21. Januar 2009	Winkelman, André
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 8926

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-01-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0052177 A	26-05-1982	DE 3043274 A1	01-07-1982

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102004023905 A1 **[0004]**
- DE 10139447 A1 **[0005]**