

(19)



(11)

EP 2 061 044 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

20.05.2009 Patentblatt 2009/21

(51) Int Cl.:

H01F 7/00 (2006.01)**H01F 7/20** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **08009214.1**(22) Anmeldetag: **20.05.2008**

(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(71) Anmelder: **Carl Freudenberg KG
69469 Weinheim (DE)**

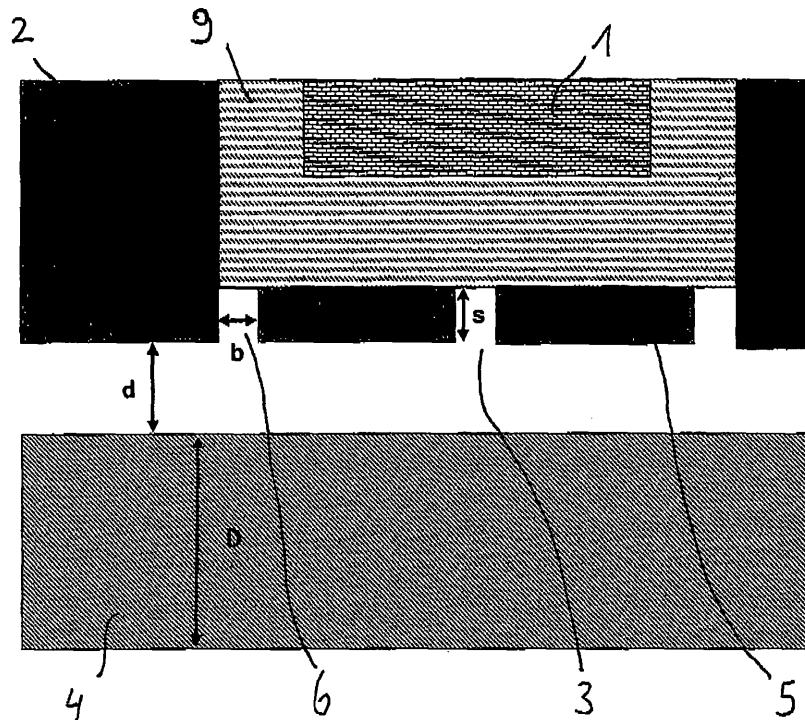
(72) Erfinder:

- **Gund, Christoph, Dr.
69221 Dossenheim (DE)**
- **Heinrich, Ralf, Dr.
67365 Schwegenheim (DE)**
- **Wittmershaus, Volker
69488 Birkenau (DE)**

(30) Priorität: **19.11.2007 DE 102007055339**(54) **Haftmagnet mit durchbrochenen Flussführungselementen**

(57) Ein Elektromagnet zur Verwendung in einem Motorlager, umfassend eine Spule (1) und ein Rückschlusselement (2), wobei der Spule (1) ein Austrittsbereich (3) zugeordnet ist, durch welchen magnetische Feldlinien hindurchtreten, um mit einem Anker element (4) wechselzuwirken, ist im Hinblick auf die Aufgabe, ei-

nen betriebstauglichen Elektromagneten zu realisieren, welcher bei konstruktiv einfachem Aufbau mit einem Anker element arbeiten kann; welches eine geringe magnetische Permeabilität zeigt, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Austrittsbereich (3) mindestens ein Flussführungselement (5, 5a) zugeordnet ist, welches haftkraftsteigernde Ausnehmungen (6, 6a) aufweist.

**Fig. 4****EP 2 061 044 A2**

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten zur Anordnung in einem Motorlager, umfassend eine Spule und ein Rückschlusselement, wobei der Spule ein Austrittsbereich zugeordnet ist, durch welchen magnetische Feldlinien hindurchtreten, um mit einem Ankerelement wechselzuwirken.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Elektromagneten bekannt, die als Haftmagneten Verwendung finden. Bei Anlegen eines Stroms an die Spule wird ein Magnetfeld erzeugt, dessen Feldlinien durch einen Austrittsbereich hindurchtreten, um ein Ankerelement zu durchgreifen. Das Ankerelement besteht aus einem magnetischen, insbesondere ferromagnetischen, oder magnetisierbaren Material. Das Ankerelement wird durch das von der Spule erzeugte Magnetfeld an die Spule herangezogen. Das Ankerelement wird durch die stromdurchflossene Spule bzw. deren Magnetfeld festgehalten.

[0003] Ein solcher Haftmagnet findet beispielsweise in der Fördertechnik, in Türhaltevorrichtungen oder in Betätigungsmagneten für kurze Hübe Verwendung.

[0004] Die aus dem Stand der Technik bekannten Elektromagnete sind jedoch häufig nicht geeignet, manche Ankerelemente ausreichend fest zu halten. Dieses Problem tritt insbesondere dann auf, wenn das Ankerelement aus einem magnetisierbaren elastischen Material, insbesondere aus einem Schaumstoff, besteht. Werkstoffe dieser Art zeigen eine geringe magnetische Permeabilität und eine geringere Sättigungsmagnetisierung als beispielsweise ein Ankerelementmaterial aus magnetischem Stahl.

Darstellung der Erfindung

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, einen betriebstauglichen Elektromagneten zu realisieren, welcher bei konstruktiv einfachem Aufbau mit einem Ankerelement arbeiten kann, welches eine geringe magnetische Permeabilität zeigt.

[0006] Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0007] Danach ist der eingangs genannte Elektromagnet **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Austrittsbereich mindestens ein Flussführungselement zugeordnet ist, welches haftkraftsteigernde Ausnehmungen aufweist.

[0008] Erfindungsgemäß ist erkannt worden, dass mindestens ein Flussführungselement mit haftkraftsteigernden Ausnehmungen die magnetischen Feldlinien zwingt, mehrfach aus dem Flussführungselement heraus- und wieder in dieses hineinzutreten. Die haftkraft-

steigernden Ausnehmungen stellen dabei Sollunterbrechungen der magnetischen Feldlinien dar, welche die magnetischen Feldlinien unter Ausbildung einer Bogenform umlaufen. Diese Feldlinien werden gleichsam gezwungen, auch in das benachbarte Ankerelement mehrfach hinein- und wieder aus diesem herauszutreten. Hierdurch wird erfindungsgemäß die Feldliniendichte im Ankerelement erhöht, so dass dieses auch bei geringer magnetischer Permeabilität mit ausreichend hoher Kraft festgehalten werden kann. Folglich ist die eingangs genannte Aufgabe gelöst.

[0009] Die Breite der haftkraftsteigernden Ausnehmungen könnte mindestens so groß wie der Abstand des Ankerelements vom Flussführungselement sein. Besonders bevorzugt könnte die Breite der haftkraftsteigernden Ausnehmungen größer als der doppelte Abstand des Ankerelements sein. Überraschend hat sich gezeigt, dass sich bei der Wahl solcher Breiten bzw. lichter Weiten der haftkraftsteigernden Ausnehmungen eine Feldlinienführung ergibt, die ein Ankerelement mit geringer magnetischer Permeabilität außerordentlich fest hält.

[0010] Die Dicke der haftkraftsteigernden Ausnehmungen könnte kleiner als das Doppelte der Breite der haftkraftsteigernden Ausnehmungen sein. Diese konkrete Ausgestaltung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, um eine deutliche bogenförmige Ausstülpung der Feldlinien auszubilden, die vom Flussführungselement weggerichtet ist, um in das Ankerelement einzudringen. Durch diese konkrete Maßnahme können die bogenförmig ausgestülpten Feldlinien das Material des Ankerelements vorteilhaft durchwandern und dadurch das Ankerelement fest in Richtung der Spule heranziehen.

[0011] Das Ankerelement könnte eine Dicke von 1 bis 5 mm aufweisen. Diese Dicke hat sich für die Verwendung des Elektromagneten in einem Motorlager als besonders geeignet erwiesen. Ein Ankerelement dieser Dicke kann problemlos auf einem Elastomer gefertigt werden, welches aus Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) oder Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM) gefertigt ist. Vor diesem Hintergrund ist konkret denkbar, dass das Ankerelement mit Eisenpartikeln befüllt ist, so dass das Magnetfeld der Spule mit dem Ankerelement wechselwirken kann. Ein solches Ankerelement kann als Membran in einem Motorlager verwendet werden.

[0012] Der Abstand des Ankerelements vom Flussführungselement könnte höchstens 0,4 mm betragen. Dieser Abstand ist insbesondere bei der Verwendung des Ankerelements in einem Motorlager geeignet, wenn das Ankerelement aus SBR oder EPDM gefertigt und mit Eisenpartikeln befüllt ist.

[0013] Vor diesem Hintergrund könnte die Breite der haftkraftsteigernden Ausnehmungen höchstens 0,6 mm betragen. Diese Dimensionierung hat sich bei einem Abstand des Ankerelements vom Flussführungselement von höchstens 0,4 mm und einer Dicke des Ankerelements von 1 bis 5 mm als besonders vorteilhaft erwiesen, um ein Ankerelement aus SBR oder EPDM mit Eisen-

artikelfüllung festzuhalten. Bei einem zylindrischen Aufbau des Elektromagneten könnte das Flussführungselement als Scheibe ausgestaltet sein, in welcher die haftkraftsteigernden Ausnehmungen als konzentrische Ringe ausgebildet sind. Die radiale lichte Weite eines konzentrischen Rings entspricht dabei der Breite der haftkraftsteigernden Ausnehmungen. Konzentrische Ringe erzeugen eine regelmäßige und rotationssymmetrische Unterbrechung der Feldlinien, so dass das Ankerelement gleichbelastet angezogen werden kann.

[0014] Die haftkraftsteigernden Ausnehmungen könnten um punktuelle Materialstege herum ausgebildet sein. Dabei erstrecken sich die magnetischen Feldlinien von einem punktuellen Materialsteg zum nächsten. Durch diese konkrete Ausgestaltung kann eine besonders häufige Unterbrechung der Feldlinien im Flussführungselement erzielt werden. Hierdurch kann eine besonders hohe Zahl von Feldlinien gezwungen werden, in das Ankerelement einzudringen.

[0015] Denkbar ist auch, dass die haftkraftsteigernden Ausnehmungen um stabförmige Materialstege herum ausgebildet sind. Die stabförmigen Materialstege könnten sternförmig von einer Scheibe abragen. Diese konkrete Ausgestaltung hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, um eine feste Haltekraft des Ankerelements zu erzielen.

[0016] Das Flussführungselement könnte Halteelemente aus unmagnetischem Material aufweisen. Diese Halteelemente fixieren einzelne Segmente des Flussführungselements, die aufgrund von haftkraftsteigernden Ausnehmungen als einzelne, nichtzusammenhängende Bauteile vorliegen. Insbesondere bei haftkraftsteigernden Ausnehmungen in Form von konzentrischen Ringen oder bei punktuell vorliegenden Segmenten eines Flussführungselements sind solche Halteelemente notwendig. Mit unmagnetischen Materialien sind solche Materialien gemeint, deren Permeabilitätszahl μ_r von 1 höchstens geringfügig abweicht und die keine Remanenz haben.

[0017] Die Spule könnte von einem Kunststoffmantel umgeben sein. Hierdurch ist sicher gestellt, dass die Windungen der Spule vor Verschmutzungen und Korrosion geschützt werden.

[0018] Die Spule könnte von einem Rückschlusselement zumindest teilweise umgeben sein. Durch diese konkrete Ausgestaltung werden die magnetischen Feldlinien der Spule eingefangen und zum Flussführungselement geführt. Vor diesem Hintergrund ist denkbar, dass das Rückschlusselement konzentrisch zur Spule angeordnet ist. Hierdurch können die magnetischen Feldlinien in radialer Richtung von der Spule weggeführt werden. Ganz konkret können hierdurch in radialer Richtung beabstandete Flussführungselemente mit magnetischen Feldlinien durchsetzt werden.

[0019] Im Rückschlusselement könnte ein Hohlraum ausgebildet sein. Bei dieser Ausgestaltung kann im Hohlraum ein Rollbalg aufgenommen werden, wenn der Elektromagnet in einem Motorlager verwendet wird. Ein so

ausgestaltetes Rückschlusselement erlaubt einen sehr kompakten Aufbau des Motorlagers.

[0020] Das Rückschlusselement könnte aus weichmagnetischem Material mit einer hohen Permeabilität, vorzugsweise mit einer Permeabilitätszahl $\mu_r > 50$, gefertigt sein. Als Material könnte ferritischer Stahl, Weichferrit, Eisen, Kobalt, Nickel oder eine weichmagnetische Legierung, welche mindestens eines der zuvor genannten Metalle enthält, verwendet werden. Besonders bevorzugt könnte als Material ein weichmagnetischer Stahl verwendet werden. Die genannten Materialien zeichnen sich durch eine hohe magnetische Permeabilität aus und erhöhen die magnetische Feldstärke B der Spule. Die magnetische Feldstärke wird in Tesla gemessen. Durch Verwendung von Materialien mit einer Permeabilitätszahl $\mu_r > 50$ können besonders hohe Haftkräfte erzielt werden. Dies erlaubt den Einsatz des Elektromagneten in Motorlagern von Kraftfahrzeugen.

[0021] Das Ankerelement könnte aus magnetisierbarem Elastomer, vorzugsweise mit einer Permeabilitätszahl $\mu_r = 2$ bis 15, gefertigt sein. Ein solches Ankerelement zeichnet sich durch eine hohe Elastizität aus und kann sich daher problemlos nach einer Auslenkung selbsttätig in eine Ruhestellung zurückstellen. Diese Eigenschaft ist insbesondere von Vorteil, wenn das Ankerelement in einem Motorlager eingeklemmt ist. Ganz konkret könnten die Randbereiche eines scheibenförmigen Ankerelementes eingeklemmt sein, wobei das Zentrum bzw. das Innere der Scheibe von der Spule angezogen wird. Durch Verwendung von Elastomeren mit einer Permeabilitätszahl $\mu_r = 2$ bis 15 können besonders hohe Haftkräfte erzielt werden. Dies erlaubt den Einsatz des Elektromagneten in Motorlagern von Kraftfahrzeugen.

[0022] Das Ankerelement könnte aus einem magnetisierbaren Schaumstoff bestehen. Ein Schaumstoff zeichnet sich durch eine geringe Dichte und ein hohes Rückstellvermögen aus. Des Weiteren vermindert die Verwendung eines Schaumstoffs die Geräuschentwicklung bei der Bewegung des Ankerelements. Insbesondere bei einer Verwendung des Elektromagneten im Motorlager eines Kraftfahrzeugs ist es vorteilhaft, dass der Fahrzeuginnenraum mit möglichst geringer Geräuschbelastung beaufschlagt wird.

[0023] Das Ankerelement könnte ein Flussführungselement mit haftkraftsteigernden Ausnehmungen aufnehmen. Hierdurch ist gewährleistet, dass im Austrittsbereich des Rückschlusselements relativ große haftkraftsteigernde Ausnehmungen vorgesehen werden können, um einen Fluiddurchtritt zu erlauben. Dies ist vorteilhaft, wenn der Elektromagnet in einem Motorlager, insbesondere in einem Hydrolager verwendet wird.

[0024] Vor diesem Hintergrund könnte im Austrittsbereich ein erstes Flussführungselement mit haftkraftsteigernden Ausnehmungen angeordnet sein und das Ankerelement könnte ein weiteres Flussführungselement mit haftkraftsteigernden Ausnehmungen aufnehmen. Hierdurch ist einerseits ein problemloser Fluiddurchtritt durch den Austrittsbereich und andererseits eine hohe

Haftkraft gewährleistet, mit der das Ankerelement an das Rückschlusselement herangezogen werden kann.

[0025] Der hier beschriebene Elektromagnet könnte als Haftmagnet verwendet werden. Der hier beschriebene Elektromagnet zeichnet sich dadurch aus, dass er ein Ankerelement mit geringer Permeabilität besonders fest halten kann.

[0026] Die hier beschriebenen Flussführungselemente können aus einem weichmagnetischen Material mit einer hohen Permeabilität, vorzugsweise mit einer Permeabilitätszahl $\mu_r > 50$, gefertigt sein. Als Material könnte ferritischer Stahl, Weichferrit, Eisen, Kobalt, Nickel oder eine weichmagnetische Legierung, welche mindestens eines der zuvor genannten Metalle enthält, verwendet werden. Besonders bevorzugt könnte als Material ein weichmagnetischer Stahl verwendet werden. Diese Materialien zeigen eine hohe magnetische Permeabilitätszahl. Durch Verwendung von Materialien mit einer Permeabilitätszahl $\mu_r > 50$ können besonders hohe Haftkräfte erzielt werden. Dies erlaubt den Einsatz des Elektromagneten in Motorlagern von Kraftfahrzeugen.

[0027] Zumindest ein Flussführungselement könnte mit inneren Ausnehmungen versehen sein. Die inneren Ausnehmungen zwingen die magnetischen Feldlinien auf einen Weg innerhalb eines magnetischen Materials mit hoher Permeabilität. Dieser Weg verläuft um die inneren Ausnehmungen herum. Die Zahl und Dichte der inneren Ausnehmungen ist jedoch begrenzt, da das Flussführungselement noch in der Lage sein muss, den magnetischen Fluss zu führen. Die inneren Ausnehmungen könnten als Hohlräume ausgestaltet sein oder aus unmagnetischem Material bestehen. Mit unmagnetischen Materialien sind solche Materialien gemeint, deren Permeabilitätszahl μ_r von 1 höchstens geringfügig abweicht und die keine Remanenz haben.

[0028] Der hier beschriebene Elektromagnet könnte in Motorlagern, insbesondere Hydrolagern, Verwendung finden. Vorteilhaft können solche Motorlager elektromagnetisch getaktet betrieben werden. Mit einem solchen Motorlager können Schwingungen des Motors oder Schwingungen, die durch Fahrbahnnunebenheiten angeregt werden, gedämpft werden.

[0029] Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung auf vorteilhafte Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen.

[0030] In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0031] In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 einen Elektromagneten gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 einen Elektromagneten mit einem Flussführungselement, welches haftkraftsteigernde Ausnehmungen aufweist,

Fig. 3 einen Elektromagneten gemäß Fig. 2 mit einem Rückschlusselement, welches im Zentrum der Spule eine Aussparung aufweist,

Fig. 4 eine Detailansicht des Flussführungselements und des Ankerelements,

Fig. 5 eine Ausführungsform eines Flussführungselements,

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform eines Flussführungselements,

Fig. 7 ein Flussführungselement, bei dem sternförmig abragende Materialstege von haftkraftsteigernden Ausnehmungen umgeben sind,

Fig. 8 ein Flussführungselement, bei dem die haftkraftsteigernden Ausnehmungen um punktuelle Materialstege herum ausgebildet sind,

Fig. 8a ein Flussführungselement, bei dem Halteelemente gezeigt sind.

Fig. 9 einen Elektromagneten mit einem Rückschlusselement, welches im Zentrum eine Spule aufweist, wobei die Spule von einem Hohlraum des Rückschlusselements umgeben ist,

Fig. 10 einen Elektromagneten mit einem Ankerelement, in welchem ein Flussführungselement integriert ist, und

Fig. 11 ein Hydrolager zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, in welchem ein Elektromagnet eingebaut ist.

Ausführung der Erfindung

[0032] Fig. 1 zeigt einen Elektromagneten umfassend eine Spule 1 und ein Rückschlusselement 2, wobei der Spule 1 ein Austrittsbereich 3 zugeordnet ist, durch welche magnetische Feldlinien hindurchtreten, um mit einem Ankerelement 4 wechselzuwirken.

[0033] Fig. 2 zeigt einen Elektromagneten gemäß Fig. 1, dem im Austrittsbereich 3 mindestens ein Flussführungselement 5 zugeordnet ist, welches haftkraftsteigernde Ausnehmungen 6 aufweist.

[0034] Fig. 3 zeigt einen Elektromagneten, bei dem das Rückschlusselement 2 im Zentrum der Spule 1 eine

Aussparung aufweist.

[0035] Fig. 4 zeigt in einer Detailansicht den Austrittsbereich 3 der Spule 1, welchem mindestens ein Flussführungselement 5 zugeordnet ist. Das Flussführungselement 5 ist von dem Ankerelement 4 beabstandet und fluchtet mit dem Rückschlusselement 2. Der Abstand d des Ankerelements 4 vom Flussführungselement 5 beträgt 0,4 mm. Die Breite b der haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6 beträgt höchstens 0,6 mm. Die Breite b der haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6 ist mindestens so groß wie der Abstand d des Ankerelements 4 vom Flussführungselement 5. Die Dicke s der haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6 ist kleiner als der doppelte Wert der Breite b der haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6. Im konkreten Fall ist die Dicke s der haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6 kleiner als 1,2 mm, beträgt nämlich 0,5 mm. Das Ankerelement 4 weist eine Dicke D von 3 mm auf.

[0036] Die Fig. 5 und 6 zeigen Flussführungselemente 5 mit haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6, die als konzentrische Ringe ausgestaltet sind.

[0037] Fig. 7 zeigt ein Flussführungselement 5, bei dem die haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6 um stabförmige Materialstege 8 herum ausgebildet sind. Die stabförmigen Materialstege 8 ragen von einer Scheibe sternförmig ab.

[0038] Fig. 8 zeigt ein Flussführungselement 5, bei dem die haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6 um punktuellen Materialstege 7 herum ausgebildet sind.

[0039] Fig. 8a zeigt ein Flussführungselement 5 für einen ringförmigen Elektromagneten, insbesondere einen Haftmagneten. Das Flussführungselement 5 weist einen Flussführungsring 19 mit kreisförmigen inneren Ausnehmungen 22 und Halteelementen 18 aus unmagnetischem Material auf, die den Flussführungsring 19 fixieren. Die inneren Ausnehmungen 22 lenken das magnetische Feld zwar um, bewirken aber nicht primär, dass die Feldlinien das Ankerelement 4 durchsetzen, wirken also nicht in erster Linie haftkraftsteigernd.

[0040] Die Flussführungsringe 20, 21 außen und innen gehören zum standardmäßigen magnetischen Kreis eines Haftmagneten. Die inneren Ausnehmungen 22 im Flussführungselement 5 können beliebige Form haben und ungefüllt sein, um beispielsweise den Durchfluss eines Fluids zu erlauben. Dies ist vorteilhaft, wenn der Elektromagnet in einem Motorlager verwendet wird. Die inneren Ausnehmungen 22 können aber auch mit unmagnetischem Material gefüllt sein. Dies gilt für alle hier beschriebenen Ausführungsbeispiele der Flussführungselemente 5, 5a. Mit unmagnetischen Materialien sind solche Materialien gemeint, deren Permeabilitätszahl μ_r von 1 höchstens geringfügig abweicht und die keine Remanenz haben.

[0041] Die inneren Ausnehmungen 22 zwingen die magnetischen Feldlinien auf einen Weg innerhalb eines magnetischen Materials mit hoher Permeabilität. Dieser Weg verläuft um die inneren Ausnehmungen 22 herum. Die Zahl und Dichte der inneren Ausnehmungen 22 ist

jedoch begrenzt, da das Flussführungselement 5 noch in der Lage sein muss, den magnetischen Fluss zu führen.

[0042] Bei einem zylindrischen Haftmagneten und bei einem Ringhaftmagneten werden die unmagnetischen Halteelemente 18 zur Fixierung der Flussführungselemente 5 im Allgemeinen flächig sein, bei einem Haftmagneten mit einem Hohlraum in der Regel stegartig.

[0043] Fig. 9 zeigt einen Elektromagneten mit einem Rückschlusselement 2, welches im Zentrum eine Spule 1 aufweist. Die Spule 1 ist von einem Hohlraum 10 umgeben, der im Rückschlusselement 2 ausgebildet ist. Hierdurch kann das Rückschlusselement 2 als Gehäuse fungieren und bei kompakter Bauweise einen Rollbalg 11 im Hohlraum 10 aufnehmen. Dies ist von Vorteil, wenn der Elektromagnet in einem Motorlager, insbesondere in einem Hydrolager, Verwendung findet. Das Ankerelement 4 ist hier ringförmig ausgestaltet und konzentrisch zur Spule 1 angeordnet. Das Flussführungselement 5 umgibt die Spule 1 ringförmig und weist haftkraftsteigernde Ausnehmungen 6 auf. Das Flussführungselement 5 ragt in radialer Richtung von der Spule 1 nach außen weg. Dem Flussführungselement 5 sind Halteelemente 18 aus unmagnetischem Material zugeordnet, welche die einzelnen Segmente des Flussführungselements 5 fixieren.

[0044] Fig. 10 zeigt einen Elektromagneten mit einem Ankerelement 4, in welchem ein weiteres Flussführungselement 5a integriert ist. Das weitere Flussführungselement 5a wirkt mit dem ersten im Austrittsbereich 3 angeordneten Flussführungselement 5 zusammen. Das Ankerelement 4 ist hier ringförmig ausgestaltet und konzentrisch zur Spule 1 angeordnet. Das Flussführungselement 5 umgibt die Spule 1 ringförmig und weist relativ große haftkraftsteigernde Ausnehmungen 6 auf. Das Flussführungselement 5 ragt in radialer Richtung von der Spule 1 nach außen weg.

[0045] Das weitere Flussführungselement 5a ist in das Ankerelement 4 verlagert, damit die haftkraftsteigernden Ausnehmungen 6 für einen Fluiddurchtritt relativ groß gewählt werden können. Dem Flussführungselement 5 sind Halteelemente 18 aus unmagnetischem Material zugeordnet, welche die einzelnen Segmente des Flussführungselements 5 fixieren.

[0046] Das Flussführungselement 5 weist analog zur Fig. 8a innere Ausnehmungen 22 auf.

[0047] Fig. 10 zeigt einen Elektromagneten mit einem Rückschlusselement 2, welches im Zentrum eine Spule 1 aufweist. Die Spule 1 ist von einem Hohlraum 10 umgeben, der im Rückschlusselement 2 ausgebildet ist. Hierdurch kann das Rückschlusselement 2 als Gehäuse fungieren und bei kompakter Bauweise einen Rollbalg 11 im Hohlraum 10 aufnehmen. Dies ist von Vorteil, wenn der Elektromagnet in einem Motorlager, insbesondere in einem Hydrolager, Verwendung findet.

[0048] Fig. 11 zeigt ein Motorlager 12, nämlich ein Hydrolager, zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug. In diesem Motorlager 12 ist ein Elektromagnet der in Fig. 10

beschriebenen Art eingebaut. Fig. 11 zeigt einen Elektromagneten mit einem Ankerelement 4, in welchem ein weiteres Flussführungselement 5a integriert ist, welches mit dem ersten Flussführungselement 5 zusammenwirkt. Das Ankerelement 4 ist hier ringförmig ausgestaltet. Das erste Flussführungselement 5 umgibt die Spule 1 ringförmig und weist haftkraftsteigernde Ausnehmungen 6 auf. Das erste Flussführungselement 5 ragt in radialer Richtung von der Spule 1 nach außen weg. Dem Flussführungselement 5 sind Halteelemente 18 aus unmagnetischem Material zugeordnet, welche die einzelnen Segmente des Flussführungselements 5 fixieren.

[0049] Das weitere Flussführungselement 5a ist in das Ankerelement 4 integriert. Fig. 11 zeigt einen Elektromagneten mit einem Rückschlusselement 2, welches im Zentrum eine Spule 1 aufweist. Die Spule 1 ist von einem Hohlraum 10 umgeben, der im Rückschlusselement 2 ausgebildet ist. Das Rückschlusselement 2 fungiert als Gehäuse und nimmt bei kompakter Bauweise einen Rollbalg 11 im Hohlraum 10 auf.

[0050] Das Motorlager 12 weist eine Tragfeder 13 aus Elastomer auf, welche einen Arbeitsraum 14 zumindest teilweise begrenzt. Der Arbeitsraum 14 ist mit Fluid befüllt, welches durch einen Kanal 15 in einen Ausweichraum 16 strömen kann. Der Ausweichraum 16 wird von einem Rollbalg 11 aus Elastomer zumindest teilweise begrenzt. Das Fluid kann in Abhängigkeit von der Stellung des Ankerelements 4 durch ein Düsengitter 17 und das erste Flussführungselement 5 vom Arbeitsraum 14 in den Ausweichraum 16 hindurchströmen. Das hier beschriebene Motorlager 12 kann elektromagnetisch getaktet betrieben werden. Mit dem Motorlager 12 können Schwingungen des Motors oder Schwingungen, die durch Fahrbahnnunebenheiten angeregt werden, gedämpft werden.

[0051] In den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 4 sowie 9 bis 11 ist die Spule 1 jeweils von einem Kunststoffmantel 9 umgeben. Die Spule 1 ist von dem Rückschlusselement 2 zumindest teilweise umgeben. Dies ist in den Fig. 1 bis 4 sowie 9 bis 11 gezeigt. Die Rückschlusselemente 2 der hier gezeigten Ausführungsbeispiele sind aus Metall gefertigt. Die Flussführungselemente 5, 5a in den hier gezeigten Ausführungsbeispielen sind ebenfalls aus Metall gefertigt. Das Ankerelement 4 in den hier gezeigten Ausführungsbeispielen ist aus magnetisierbarem Elastomer gefertigt. Das Elastomer besteht aus Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), welcher mit Eisenpartikeln befüllt ist. Die in den Fig. 1 bis 4 sowie 9 und 10 beschriebenen Ausführungsbeispiele eines Elektromagneten sind für die Verwendung des Elektromagneten als Haftmagnet geeignet.

[0052] Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lehre wird einerseits auf den allgemeinen Teil der Beschreibung und andererseits auf die Patentansprüche verwiesen.

[0053] Abschließend sei ganz besonders hervorgehoben, dass die zuvor ausgewählten Ausführungsbeispiele

lediglich zur Erörterung der erfindungsgemäßen Lehre dienen, diese jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele einschränken.

Patentansprüche

1. Elektromagnet zur Verwendung in einem Motorlager, umfassend eine Spule (1) und ein Rückschlusselement (2), wobei der Spule (1) ein Austrittsbereich (3) zugeordnet ist, durch welchen magnetische Feldlinien hindurchtreten, um mit einem Ankerelement (4) wechselzuwirken, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Austrittsbereich (3) mindestens ein Flussführungselement (5, 5a) zugeordnet ist, welches haftkraftsteigernde Ausnehmungen (6, 6a) aufweist.
2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (b) der haftkraftsteigernden Ausnehmungen (6) mindestens so groß ist wie der Abstand (d) des Ankerelements (4) vom Flussführungselement (5).
3. Elektromagnet nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke (s) der haftkraftsteigernden Ausnehmungen (6) kleiner ist als das Doppelte der Breite (b) der haftkraftsteigernden Ausnehmungen (6).
4. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ankerelement (4) eine Dicke (D) von 1 bis 5 mm aufweist.
5. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (d) des Ankerelements (4) vom Flussführungselement (5) höchstens 0,4 mm beträgt.
6. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Breite (b) der haftkraftsteigernden Ausnehmungen (6) höchstens 0,6 mm beträgt.
7. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die haftkraftsteigernden Ausnehmungen (6, 6a) konzentrische Ringe umfassen.
8. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** haftkraftsteigernde Ausnehmungen (6, 6a) um punktuelle Materialstege (7) herum ausgebildet sind.
9. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** haftkraftsteigernde Ausnehmungen (6, 6a) um stabförmige Materialstege (8) herum ausgebildet sind.

10. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (1) von
einem Kunststoffmantel (9) umgeben ist.
11. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 10, 5
dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (1) von
dem Rückschlusselement (2) zumindest teilweise
umgeben ist.
12. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 11, 10
dadurch gekennzeichnet, dass im Rückschlus-
selement (2) ein Hohlraum (10) ausgebildet ist.
13. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 12, 15
dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlus-
selement (2) aus weichmagnetischem Material, vor-
zugsweise aus einem Material mit einer Permeabi-
litätszahl $\mu_r > 50$, gefertigt ist.
14. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 20
dadurch gekennzeichnet, dass das Ankerelement
(4) aus magnetisierbarem Elastomer, vorzugsweise
aus einem Elastomer mit einer Permeabilitätszahl
 $\mu_r = 2$ bis 15, gefertigt ist. 25
15. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ankerelement
(4) aus einem magnetisierbaren Schaumstoff be-
steht. 30
16. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ankerelement
(4) ein Flussführungselement (5a) mit haftkraftstei-
gernden Ausnehmungen (6a) aufnimmt. 35
17. Elektromagnet nach Anspruch 16, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** im Austrittsbereich (3) ein er-
stes Flussführungselement (5) mit haftkraftsteigern-
den Ausnehmungen (6) angeordnet ist und dass das
Ankerelement (4) ein weiteres Flussführungsele- 40
ment (5a) mit haftkraftsteigernden Ausnehmungen
(6a) aufnimmt.
18. Elektromagnet nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein 45
Flussführungselement (5, 5a) mit inneren Ausneh-
mungen (22) versehen ist.
19. Motorlager (12) mit einer Tragfeder (13), einem Ar-
beitsraum (14) und einem Ausweichraum (16), um- 50
fassend einen Elektromagneten nach einem der vor-
anstehenden Ansprüche.

55

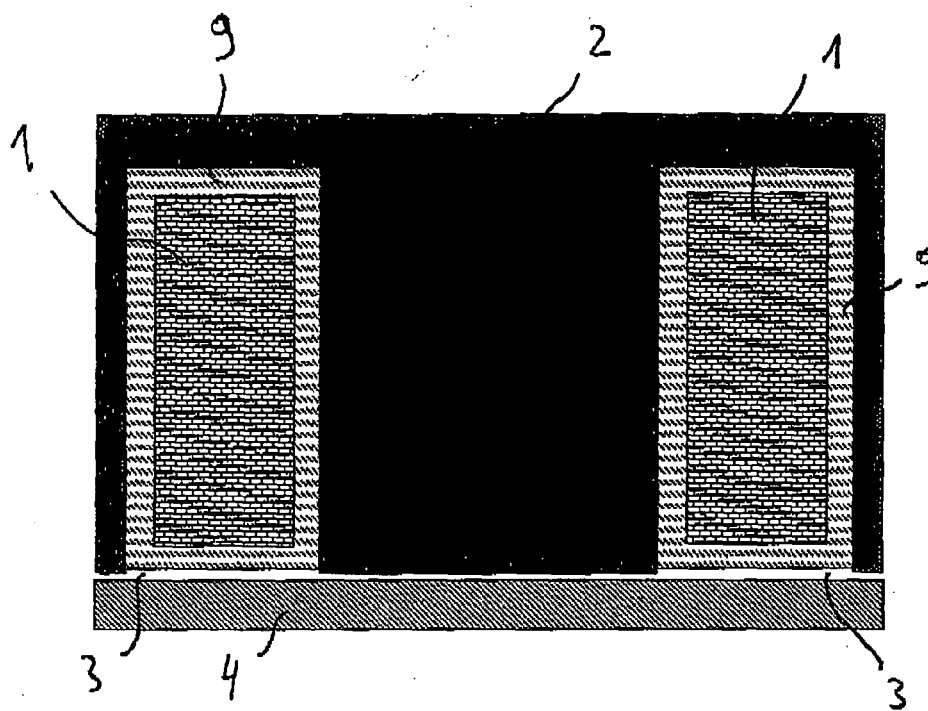


Fig. 1

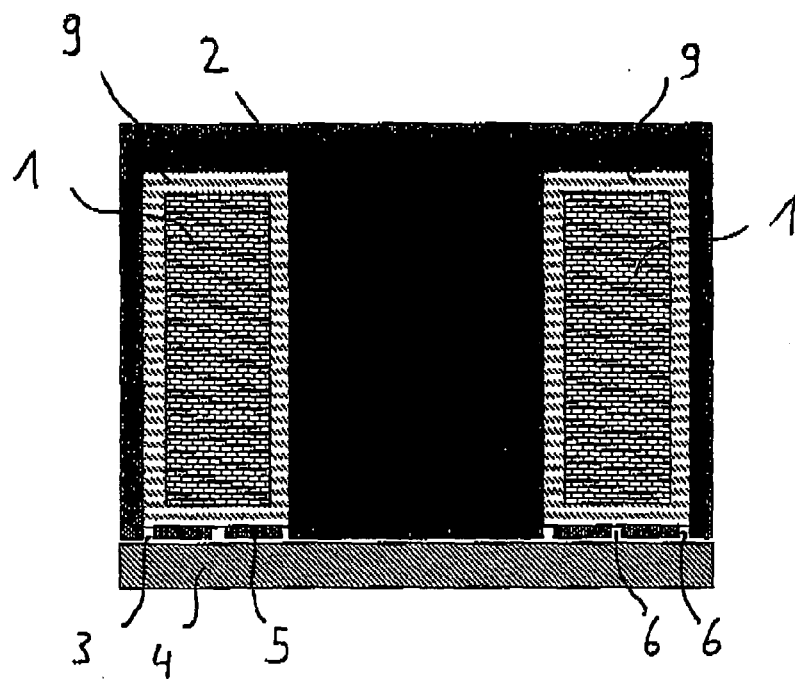


Fig. 2

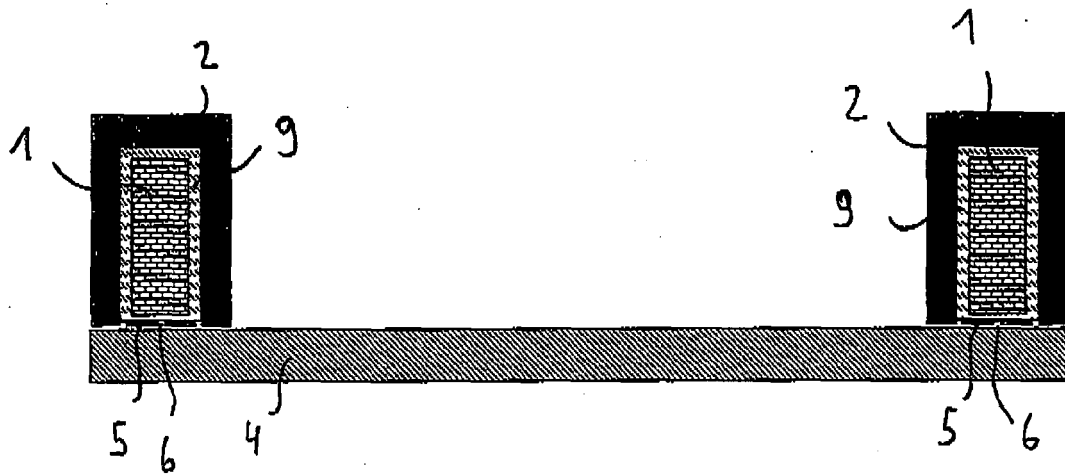


Fig. 3

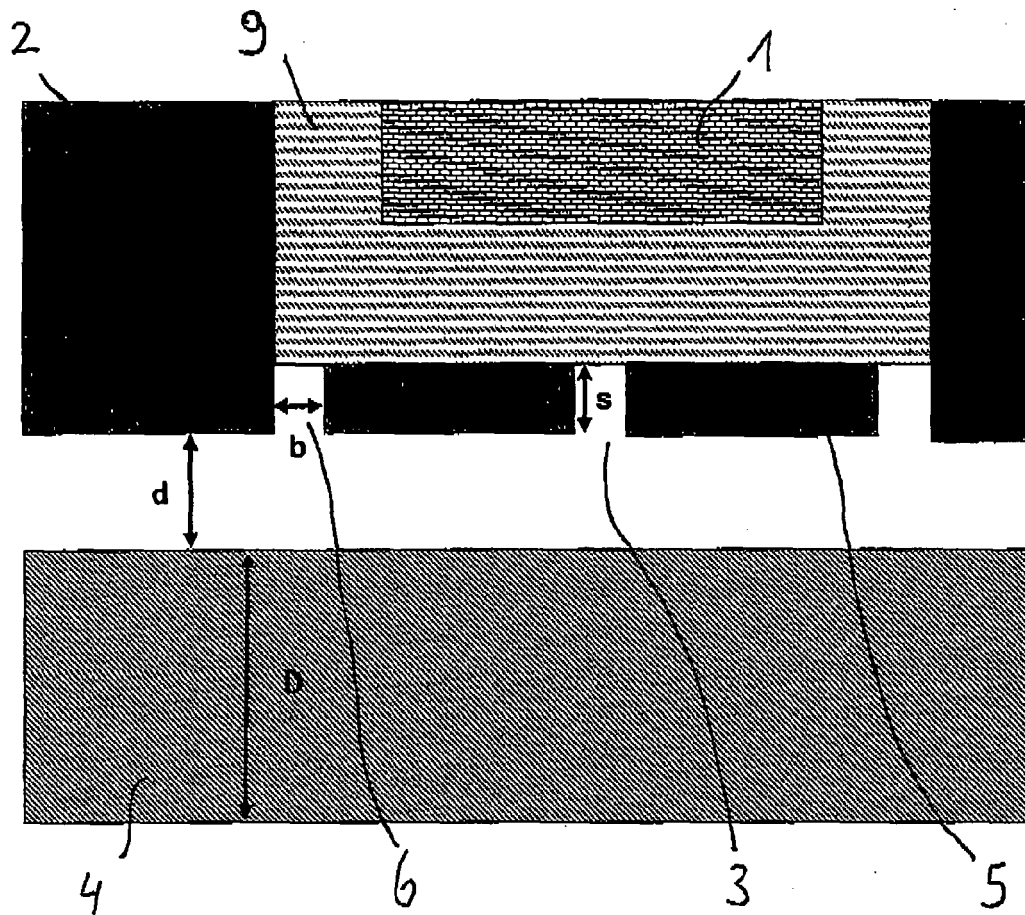


Fig. 4

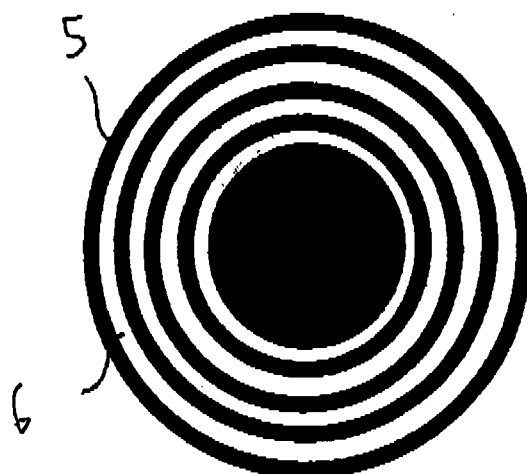


Fig. 5

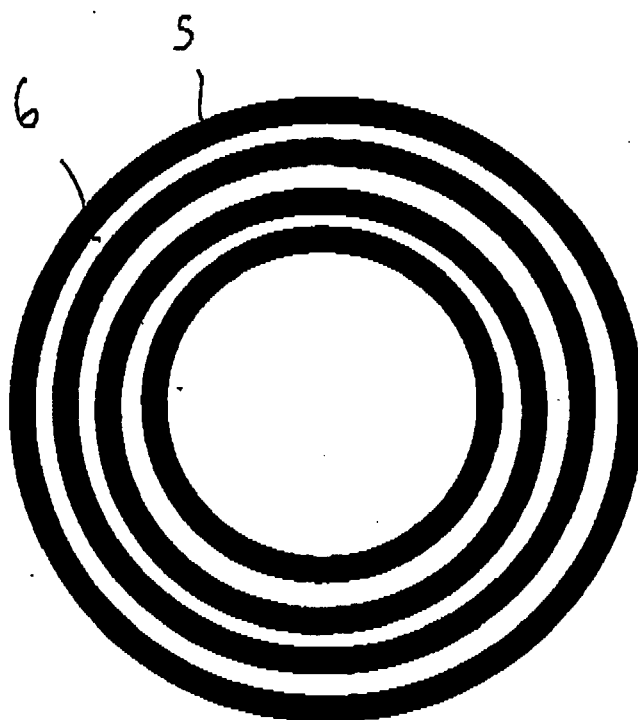


Fig. 6

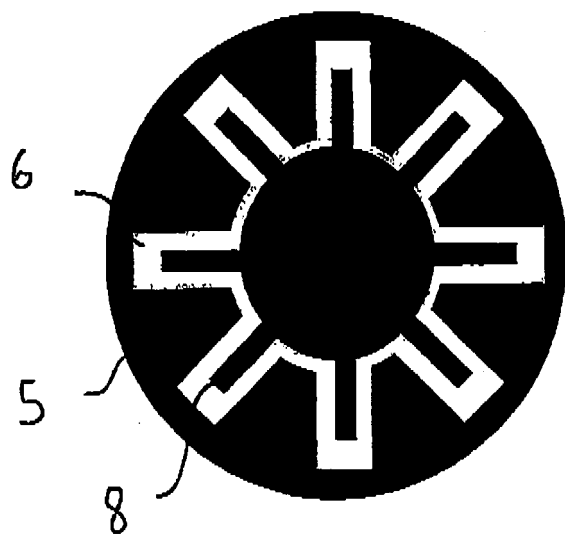


Fig. 7

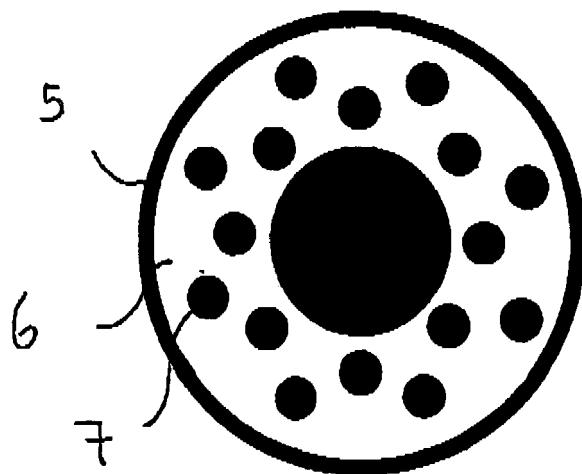


Fig. 8

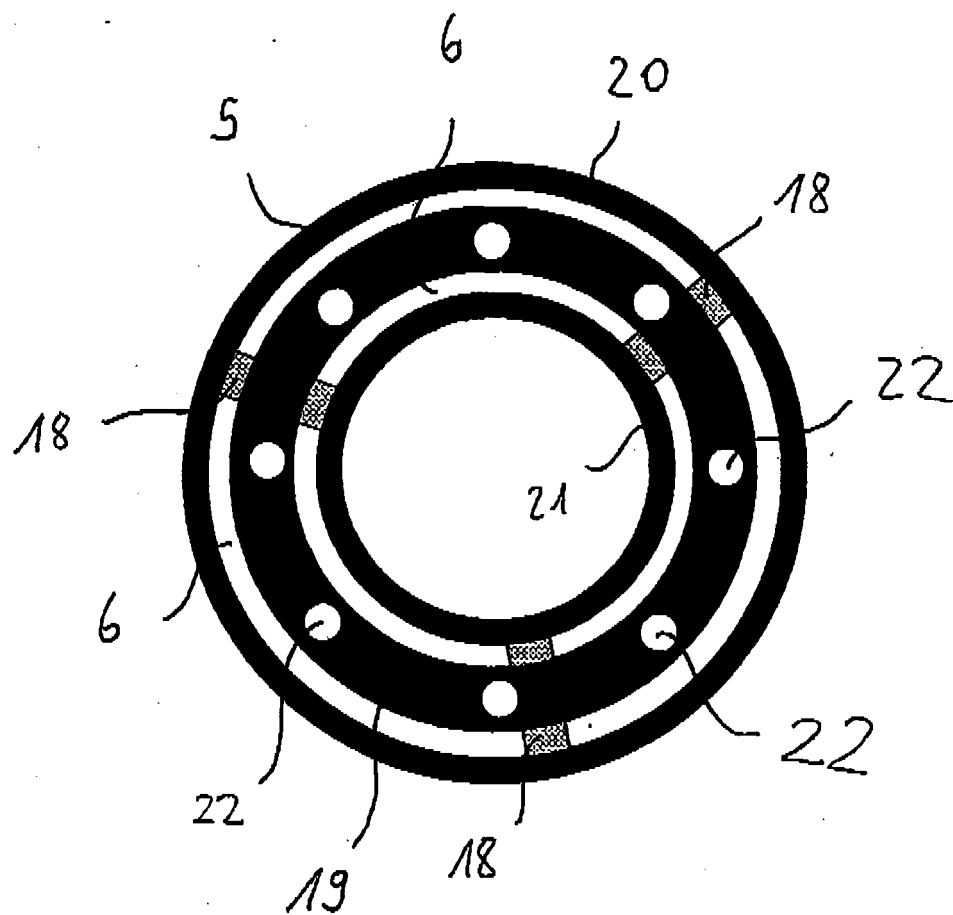


Fig. 8a

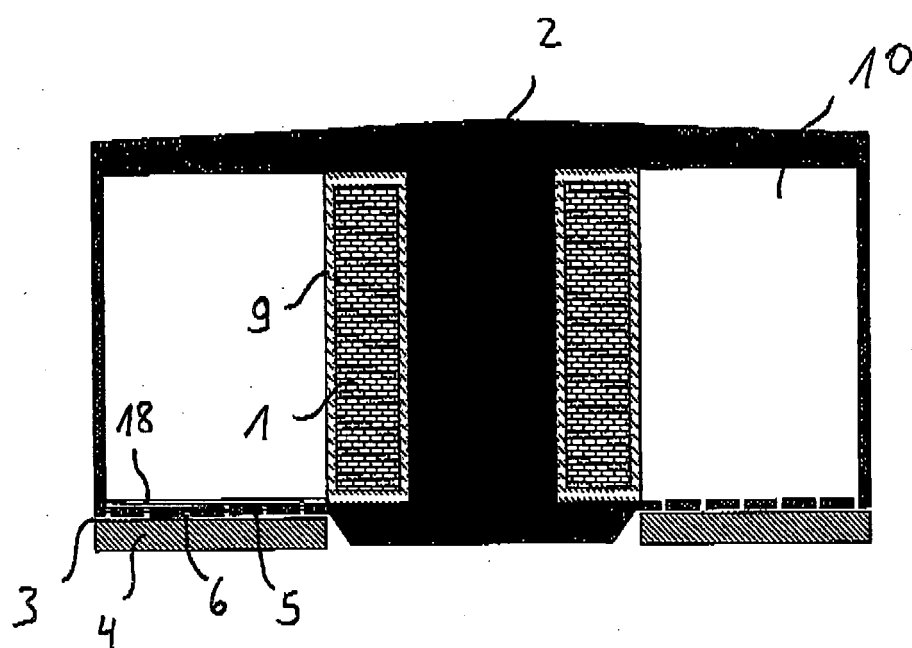


Fig. 9

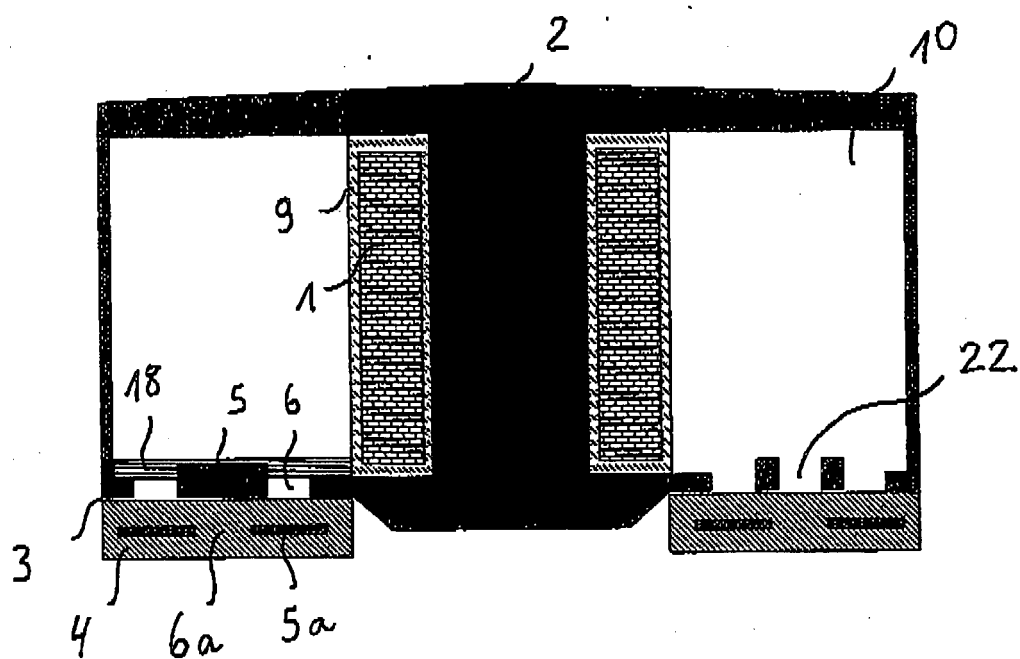


Fig. 10

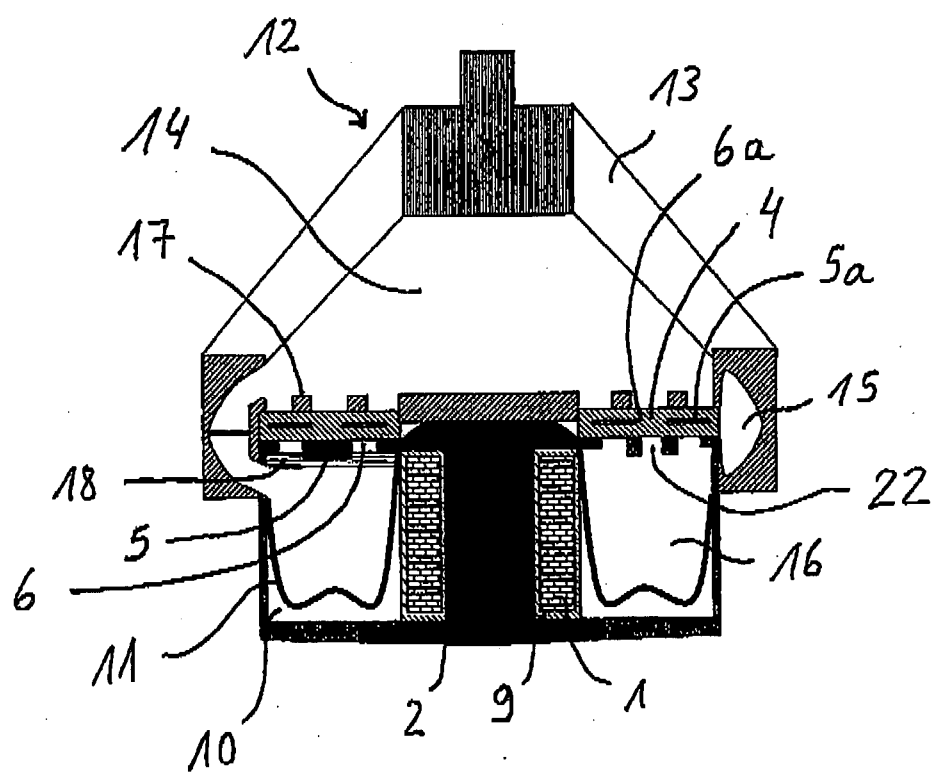


Fig. 11