

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 603 629 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93119659.6**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01F 7/12**

22 Anmeldetag: **07.12.93**

30 Priorität: **24.12.92 DE 4244247**

71 Anmelder: **KUHNKE GmbH**  
**Lütjenburger Strasse 101**  
**D-23714 Malente(DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.06.94 Patentblatt 94/26**

72 Erfinder: **Beyer, Wilfried**  
**Geschwister-Scholl-Ring 20**  
**D-23701 Eutin(DE)**  
Erfinder: **Krause, Thorsten**  
**Klanderstrasse 26a**  
**D-24306 Plön(DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE**

74 Vertreter: **Vollmann, Heiko, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Wilcken & Vollmann,**  
**Musterbahn 1**  
**D-23552 Lübeck (DE)**

### 54 Elektromagnetische Anordnung.

57 Die elektromagnetische Anordnung weist eine elektrische Spule (1) auf mit einem als Spaltpol ausgebildeten Spulenkern (2). Zur Erzeugung einer Phasenverschiebung ist ein Pol (5) des Spaltpols mit einem Kurzschlußring (7) umschlossen. Dem Spaltpol gegenüberliegend angeordnet ist ein Anker (4). Weiterhin ist ein den magnetischen Kreis schließendes Joch (3) vorgesehen. Zur Steigerung der Haltekraft zwischen Spulenkern (2) und Anker (4) ist eine Abstufung im beschatteten Pol (5) vorgesehen, und zwar im Bereich zwischen Kurzschlußring (7) und Anker (4). Hierdurch wird die magnetische Flußdichte und somit die Magnetkraft gesteigert.

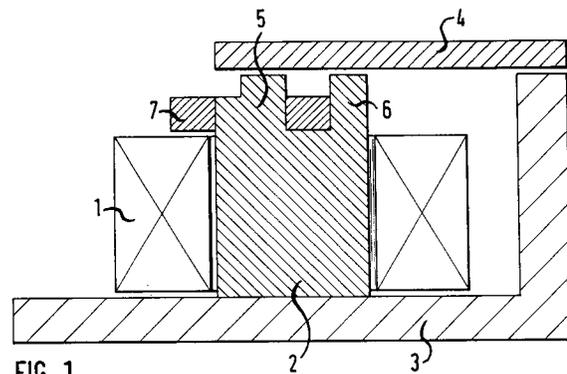


FIG. 1

EP 0 603 629 A2

Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Anordnung mit einer elektrischen Spule, mit einem als Spaltpol ausgebildeten Spulenkern, dessen einer Pol zur Erzeugung einer Phasenverschiebung von einem Kurzschlußring umschlossen ist, mit einem dem Spaltpol gegenüberliegend angeordneten Anker und mit einem den magnetischen Kreis schließenden Joch.

Derartige elektromagnetische Anordnungen sind aus vielen Bereichen der Technik bekannt, beispielsweise sind mit Wechselstrom betreibbare Relais nach dem Stand der Technik so aufgebaut. Die Spaltung des dem Anker gegenüberliegenden Pols in mindestens zwei Pole, von denen einer mit einem Kurzschlußring umschlossen ist, dient dazu, eine Phasenverschiebung innerhalb des durch den Stromfluß in der Spule im magnetischen Kreislauf induzierten magnetischen Stromes im Bereich dieser beiden Pole zu erreichen. Diese Phasenverschiebung ist erforderlich, damit ein Unterbrechen der Haltekraft wegen Wechsels der Stromrichtung zwischen Spulenkern und Anker verhindert wird. Ausgestaltungen derartiger elektromagnetischer Anordnungen sind beispielhaft in DE-AS 11 41 026 und DE-AS 15 39 918 beschrieben.

Zur Erzeugung möglichst günstiger Kraftverhältnisse zwischen dem Spaltpol und dem Anker ist man bei Spaltpolkernen in geblechter Bauweise bestrebt, die vom Kurzschlußring umschlossene Fläche möglichst groß zu halten. Dadurch wird der magnetische Widerstand über diesen Flußweg klein gehalten. Durch diese Maßnahme können einerseits günstige Flußverhältnisse und andererseits günstige Ausgangsverhältnisse bezüglich der Phasenverschiebung zwischen den beiden Teilflüssen erreicht werden. Voraussetzung hierfür ist allerdings die Kernlamellierung, die eine homogene Feldverteilung zur Folge hat. Der Effekt der Feldverdrängung wird bei geeigneter Dimensionierung der Blechdicke durch sehr geringe Wirbelströme in den Kernblechen nicht auftreten.

Schon aus fertigungstechnischen Gründen ist man jedoch bestrebt ab einer bestimmten Kerngröße, z.B. für Wechselstromrelais, ungeblechte Spulenkern zu verwenden. Durch die auftretenden Wirbelströme im nichtlamellierten Kern wird eine Feldverdrängung verursacht, die eine geringe Eindringtiefe des Magnetfeldes zur Folge hat. Damit ist gleichzeitig ein inhomogenes Magnetfeld in unmittelbarer Spaltpolumgebung verbunden. Diese physikalischen Gegebenheiten wirken sich auf die magnetischen Kräfte zwischen den Polen und dem Anker ungünstig aus, da die Flußdichten über den Polflächen damit ebenfalls ortsabhängig und unterschiedlich sind.

Aufgrund der relativ großen, vom Kurzschlußring umschlossenen Polfläche ist der Einfluß der Feldverdrängung mit den oben erwähnten Folgen

bei diesem Pol nicht mehr zu vernachlässigen.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine elektromagnetische Anordnung der eingangs erwähnten Art so auszubilden, daß die vorerwähnten nachteiligen Effekte vermieden oder zumindest verringert werden und daß somit vergleichsweise höhere Haltekraften zwischen Spaltpol und Anker erzielt werden.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß der vom Kurzschlußring umschlossene Pol zur Erhöhung der Flußdichte zwischen Pol und Anker so ausgebildet wird, daß seine endseitige Stirnfläche kleiner als seine Querschnittsfläche im Bereich des Kurzschlußringes ist.

Die erfindungsgemäße Ausbildung des vom Kurzschlußring umschlossenen Pols hat eine lokale Erhöhung der Flußdichte im Bereich dieses Pols zur Folge, wobei zusätzlich die relative Permeabilität abgesenkt wird, was eine größere Eindringtiefe mit sich bringt.

Die Dimensionierung der Polflächen im einzelnen kann rechnerisch und/oder empirisch ermittelt werden. Die Querschnittsfläche eines Pols darf jedoch nur soweit verkleinert werden, daß gerade die Sättigungsgrenze des Materials erreicht wird, da anderenfalls der für das Kräfteverhältnis positive Effekt kompensiert wird. Eine signifikante Steigerung der Flußdichte zum Erhalt der gewünschten Steigerung der Haltekraft erhält man, wenn man das Flächenverhältnis von der endseitigen Stirnfläche des beschatteten Pols zu der Gesamtquerschnittsfläche dieses Pols kleiner oder gleich 0,7 wählt.

Es ist zwar bekannt, den vom Kurzschlußring umschlossenen Pol anzufasen, wodurch die endseitige Stirnfläche dieses Pols ebenfalls kleiner als die Querschnittsfläche dieses Pols im Bereich des Kurzschlußringes ist. Dieses bekannte Anfasen des Pols dient jedoch ausschließlich zur leichteren Montage des Kurzschlußringes. Die sich dadurch möglicherweise einstellenden Änderungen in den Kraftverhältnissen sind in der Praxis vernachlässigbar und entsprechen keinesfalls den mit der erfindungsgemäßen Lösung erreichten Veränderungen. Die erfindungsgemäße Lösung wird bevorzugt durch eine Abstufung innerhalb des vom Kurzschlußring umschlossenen Pols erreicht. Theoretisch könnte eine solche Veränderung der magnetisch wirksamen Polfläche auch durch eine einseitig oder umlaufende Abschrägung des entsprechenden Poles zu seinem stirnseitigen Ende hin erfolgen, die praktischen Erfordernisse stehen jedoch einer solchen Lösung entgegen. Für die Kräfteerhöhung zwischen Pol und Anker ist die Erhöhung der magnetischen Flußdichte entscheidend. Diese Erhöhung ist jedoch nur in unmittelbarer Polnähe erwünscht, da anderenfalls der magnetische Widerstand und damit auch der magnetische

Spannungsabfall in nicht mehr tolerierbarem Maße ansteigen würde. Durch eine solche Abschrägung könnte der zugkraftsteigernde Effekt nur in unzulänglicher Weise erreicht werden oder dann, wenn der Kurzschlußring wesentlich weiter zurückgesetzt würde, was bekanntermaßen von Nachteil ist.

Durch die stufenförmige Ausbildung des vom Kurzschlußring umschlossenen Pols im Bereich zwischen Kurzschlußring und Anker wird die effektive Polfläche in diesem Bereich so verkleinert, daß der gesamte magnetische Fluß dieses Polzweiges in diesem verminderten Polquerschnitt konzentriert wird. Dadurch werden annähernd homogene Feldverhältnisse erzeugt, die nur noch durch die Dreidimensionalität des magnetischen Rückschlusses gestört werden. Durch die lokale Erhöhung der Flußdichte wird trotz der Verkleinerung der Polfläche eine Kraftsteigerung erreicht, da die magnetische Kraft quadratisch mit der Flußdichte ansteigt.

Es zählt zum Stand der Technik, den nicht vom Kurzschlußring umschlossenen Pol zum Anker hin durch eine Abschrägung in seinem wirksamen Querschnitt zu verkleinern. Diese Maßnahme dient jedoch ausschließlich zur Einstellung der gewünschten Flußverhältnisse.

Die vorliegende Erfindung beschränkt sich nicht auf die Form des Spulenkerns als solche, es können auch mehr als zwei Spaltpole vorgesehen sein. Eine zweckmäßige Ausgestaltung bei einem im Querschnitt runden Spulenkern kann auch darin liegen, daß die endseitigen Stirnflächen der Pole durch konzentrische Ringflächen gebildet sind. Der Kurzschlußring liegt dann also innerhalb einer in der Stirnseite des Spulenkerns eingebrachten Ringnut. Die Abstufung des vom Kurzschlußring umschlossenen Pols kann dann in einfacher Weise durch eine zentrische Sacklochbohrung erfolgen, deren Tiefe kleiner als die der für den Kurzschlußring vorgesehenen Ringnut ist.

Der Spulenkern muß nicht notwendigerweise massiv ausgebildet sein, auch geblechte Ausführungen sind denkbar. Ein einstückiger Spulenkern aus Vollmaterial wird jedoch bevorzugt im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden.

Die vorerwähnte, mit der erfindungsgemäßen Lösung erzielbare Erhöhung der magnetischen Kraft zwischen Spulenpol und Anker wird durch die gezielte Erhöhung des magnetischen Flusses in diesem Bereich erzielt. Sie kann gemäß der Erfindung jedoch nicht nur durch die vorerwähnte bevorzugte konstruktive Ausgestaltung des Spulenkerns, sondern auch durch eine entsprechende Ausgestaltung des Ankers in dem den Spaltpol gegenüberliegenden Bereich erfolgen, indem der Anker in seinem dem vom Kurzschlußring umgebenen Pol gegenüberliegenden Bereich entsprechend ausgebildet ist. Die in diesem Bereich wirksame magnetische

Fläche ist zur Konzentration des magnetischen Flusses entsprechend zu verkleinern, und zwar so, daß die magnetisch wirksame Stirnfläche des Ankers in diesem Bereich kleiner als die endseitige Stirnfläche des Pols ist.

Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß der Anker eine zum Pol hin weisende erhabene Stirnfläche aufweist, die dem vom Kurzschlußring umschlossenen Pol gegenüberliegt und kleiner als die endseitige Stirnfläche dieses Pols ist.

Konstruktiv und fertigungstechnisch einfach kann dies jedoch auch dadurch erreicht werden, daß der Anker quasi verkürzt ausgebildet wird, so daß seine dem vom Kurzschlußring umgebenen Pol gegenüberliegende magnetisch wirksame Fläche kleiner ist als die endseitige Stirnfläche dieses Pols.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen in stark vereinfachter Darstellung:

Figur 1 einen Längsschnitt durch eine bevorzugte Ausführung einer elektromagnetischen Anordnung gemäß der Erfindung,

Figur 2 in vergrößerter Darstellung eine Draufsicht auf den Spulenkern in Figur 1,

Figur 3 einen Schnitt längs der Linie III-III in Figur 2,

Figur 4 eine alternative Ausbildung eines Spulenkerns in Darstellung nach Figur 2,

Figur 5 einen Schnitt längs der Schnittlinie V-V in Figur 4,

Figur 6 eine Draufsicht auf einen Spulenkern nach dem Stand der Technik und

Figur 7 einen Schnitt längs der Schnittlinie VII-VII in Figur 6 in Verbindung mit zwei alternativen Ausbildungen des Ankers im Bereich gegenüberliegend dem Spulenkern.

Die anhand von Figur 1 dargestellte elektromagnetische Anordnung kann beispielsweise Teil eines elektromagnetischen Wechselstromrelais darstellen. Die elektrische Spule ist dabei mit 1 gekennzeichnet. Innerhalb dieser Spule 1 befindet sich ein Spulenkern 2, der Teil eines magnetischen Kreises bestehend aus dem Spulenkern 2, einem Joch 3 und einem Anker 4 ist. Der Spulenkern 2 hat im wesentlichen eine zylindrische Form und besteht aus Vollmaterial hoher Permeabilität. An der in Figur 1 unteren Seite ist der Spulenkern 2 mit dem Joch 3 verbunden, das ebenfalls aus magnetisch gut leitendem Material besteht. Das Joch ist in Ansicht nach Figur 1 etwa L-förmig und verläuft mit einem Schenkel quer und mit dem anderen parallel zum Spulenkern 2. An dem dem

Joch 3 abgewandten Ende des Spulenkerns 2 liegt mit geringem Abstand der Anker 4 an, der ebenfalls am Joch 3 anliegt, so daß der magnetische Kreis geschlossen ist.

Wenn die Spule 1 stromdurchflossen wird, baut sich darum ein magnetisches Feld auf, wodurch ein magnetischer Strom in dem vorbeschriebenen magnetischen Kreis fließt. Hierdurch wird der Anker 4 an den Spulenkern 2 gezogen. Die durch diese Kraft hervorgerufene Bewegung des Ankers 4 wird bekanntermaßen ausgenutzt, um beispielsweise Kontakte zu öffnen oder zu schließen. Die in diesem Bereich entstehende Kraft zwischen dem Spulenkern 2 und dem Anker 4 ist daher Ziel der elektromagnetischen Anordnung.

Um zu verhindern, daß beim Beaufschlagen der Spule 1 mit Wechselstrom durch Richtungsumkehr des Magnetfeldes entsprechend der periodischen Spannungsumkehr an der Spule 1 die Haltekraft zwischen Spulenkern 2 und Anker 4 unterbrochen wird, ist der Spulenkern 2 an seinem zum Anker 4 weisenden Ende als Spaltpolkern ausgebildet, so daß sich zwei Pole 5 und 6 bilden. Der Pol 5 ist vollständig von einem Kurzschlußring 7 umschlossen, dieser Pol 5 ist nachfolgend als beschatteter Pol bezeichnet. Durch den Kurzschlußring 7 wird bekanntermaßen eine Phasenverschiebung des magnetischen Flusses erreicht, so daß auch im Falle eines Richtungswechsels des magnetischen Flusses stets sichergestellt ist, daß die Haltekraft zwischen Spulenkern 2 und Anker 4 während des kurzzeitigen Nulldurchgangs nicht aufgehoben ist.

Der Ring 7 hat in Draufsicht D-Form und ist in einer stirnseitigen Nut 8 des Spulenkerns 2 eingelassen. Der Kurzschlußring 7 umschließt den beschatteten Pol 5 über seinen gesamten Umfang und ist mit deutlichem Abstand zum Anker 4 angeordnet, da die Tiefe der Nut 8 größer ist als die Höhe des Kurzschlußringes 7.

Während der unbeschattete Pol 6 lediglich durch die Nut 8 vom übrigen Spulenkern 2 getrennt ist, weist der beschattete Pol 5 eine Abstufung 9 auf, so daß sich eine dem Anker 4 unmittelbar gegenüberliegende Stirnfläche 10 sowie eine dem Anker 4 mit Abstand gegenüberliegende Stirnfläche 11 bildet. Die Stirnfläche 11 liegt parallel zur Stirnfläche 10 im Bereich zwischen dieser und dem Kurzschlußring 7. Durch diese Abstufung wird die eingangs erwähnte Konzentration des magnetischen Flusses in diesem ankernahen Bereich und damit die Kraftsteigerung erreicht. Dadurch, daß die Flußdichtensteigerung nur in einem relativ kurzen Bereich des Pols 5, und zwar im Bereich zwischen Kurzschlußring 7 und Anker 4 erfolgt, ist der magnetische Spannungsabfall durch den in diesem Bereich höheren magnetischen Widerstand vergleichsweise gering.

Unabhängig von der Abstufung 9 kann der beschattete Pol 5 an seiner stirnseitigen Umlaufkante mit einer Fügefase versehen sein.

Ebenso kann die Stirnfläche 12 des unbeschatteten Pols 6 durch eine seitliche Abschrägung im Pol 6 gegenüber der dargestellten verkleinert sein, wie dies auch schon nach dem Stand der Technik zur Einstellung des magnetischen Flusses in diesem Bereich bekannt ist.

Die Figuren 4 und 5 zeigen eine alternative Ausführung eines Spulenkerns 2a. Der Spulenkern 2a ist ebenfalls im wesentlichen zylindrisch ausgebildet, jedoch ist in der Stirnfläche des Spulenkerns 2a eine ringförmige Nut 8a eingelassen, in der ein Kurzschlußring 7a liegt, so daß ein ringförmiger, außenliegender und unbeschatteter Pol 6a sowie ein konzentrisch dazu und davon eingeschlossener beschatteter Pol 5a gebildet ist.

Eine Abstufung 9a ist bei dieser Ausführung durch eine zentrische Sacklochbohrung 13 gebildet. Es ergibt sich somit eine Stirnfläche 10a des beschatteten Pols 5a, die deutlich kleiner als die Querschnittsfläche dieses Pols im Bereich des Kurzschlußringes 7a ist, und zwar ebenfalls zur Erhöhung der magnetischen Flußdichte in diesem Bereich. Die zurückliegende Stirnfläche des beschatteten Pols 5a ist mit 11a bezeichnet, die Stirnfläche des unbeschatteten Pols 6a mit 12a.

Anhand der Figuren 6 und 7 ist eine alternative Verwirklichung der Erfindung durch entsprechende Ausbildung des Ankers 4 (Varianten B und C) dargestellt. Der Spulenkern 2b entspricht dem anhand der Figuren 1 bis 3 dargestellten bis auf die fehlende Abstufung im beschatteten Pol 5b. Der unbeschattete Pol ist mit 6b gekennzeichnet, der Kurzschlußring mit 7b. Dieser Spulenkern 2b entspricht also dem aus dem Stand der Technik bekannten.

Die Steigerung der Magnetflußdichte im Bereich zwischen den Polen und dem Anker 4b bzw. 4c (alternativ) wird dadurch erreicht, daß der Anker in seinem dem beschatteten Pol 5b unmittelbar gegenüberliegenden Bereich in seiner wirksamen magnetischen Fläche kleiner ausgebildet ist als die Stirnfläche 10b des beschatteten Pols 5b. Bei der Ausführung B ist dies dadurch erreicht, daß in der zur Stirnfläche 10b weisenden Stirnfläche 14 des Ankers eine Abstufung 15 vorgesehen ist. Bei der Ausführung C ist anstelle dieser Abstufung 15 der gesamte Anker 4c verkürzt ausgebildet, so daß er nur einem Teil der Stirnfläche 10b des beschatteten Pols 5b gegenüberliegt. Mit diesen alternativen Lösungen können nicht ganz so hohe Steigerungen in der Kraft zwischen Anker und Pol erreicht werden wie bei den eingangs beschriebenen Ausführungsformen.

## Patentansprüche

- 1.** Elektromagnetische Anordnung mit einer elektrischen Spule (1), mit einem als Spaltpol ausgebildeten Spulenkern (2), dessen einer Pol (5) zur Erzeugung einer Phasenverschiebung von einem Kurzschlußring (7) umschlossen ist, mit einem dem Spaltpol gegenüberliegend angeordneten Anker (4) und mit einem den magnetischen Kreis schließenden Joch (3), dadurch gekennzeichnet, daß der vom Kurzschlußring (7) umschlossene Pol (5) zur Erhöhung der Flußdichte zwischen Pol (5) und Anker (4) eine endseitige Stirnfläche (10) aufweist, die kleiner als die Querschnittsfläche dieses Pols (5) im Bereich des Kurzschlußringes (7) ist.

5
- 2.** Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Kurzschlußring (7) umschlossene Pol (5) stufenförmig ausgebildet ist, so daß eine dem Anker (4) unmittelbar gegenüberliegende endseitige Stirnfläche (10) sowie eine diesem mit Abstand gegenüberliegende weitere Stirnfläche (11) gebildet ist.

20
- 3.** Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die endseitigen Stirnflächen (10, 12) der beiden dem Anker (4) gegenüberliegenden Pole (5, 6) nur durch die Ausnehmung (8) für den Kurzschlußring (7) voneinander getrennt sind.

30
- 4.** Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die endseitigen Stirnflächen (10a, 12a) der beiden dem Anker (4) gegenüberliegenden Pole (5a, 6a) Ringflächen sind.

35
- 5.** Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Spulenkern (2) bis auf den Kurzschlußring (7) einstückig ausgebildet ist.

40
- 6.** Elektromagnetische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der endseitigen Stirnfläche (10) des vom Kurzschlußring (7) umschlossenen Pols (5) zur Gesamtquerschnittsfläche dieses Pols (5) kleiner oder gleich 0,7 ist.

45
- 7.** Elektromagnetische Anordnung mit einer elektrischen Spule (1), mit einem als Spaltpol ausgebildeten Spulenkern (2b), dessen einer Pol (5b) zur Erzeugung einer Phasenverschiebung von einem Kurzschlußring (7b) umschlossen ist, und mit einem dem Spaltpol (5b, 6b) gegenüberliegend angeordneten Anker (4b oder

55

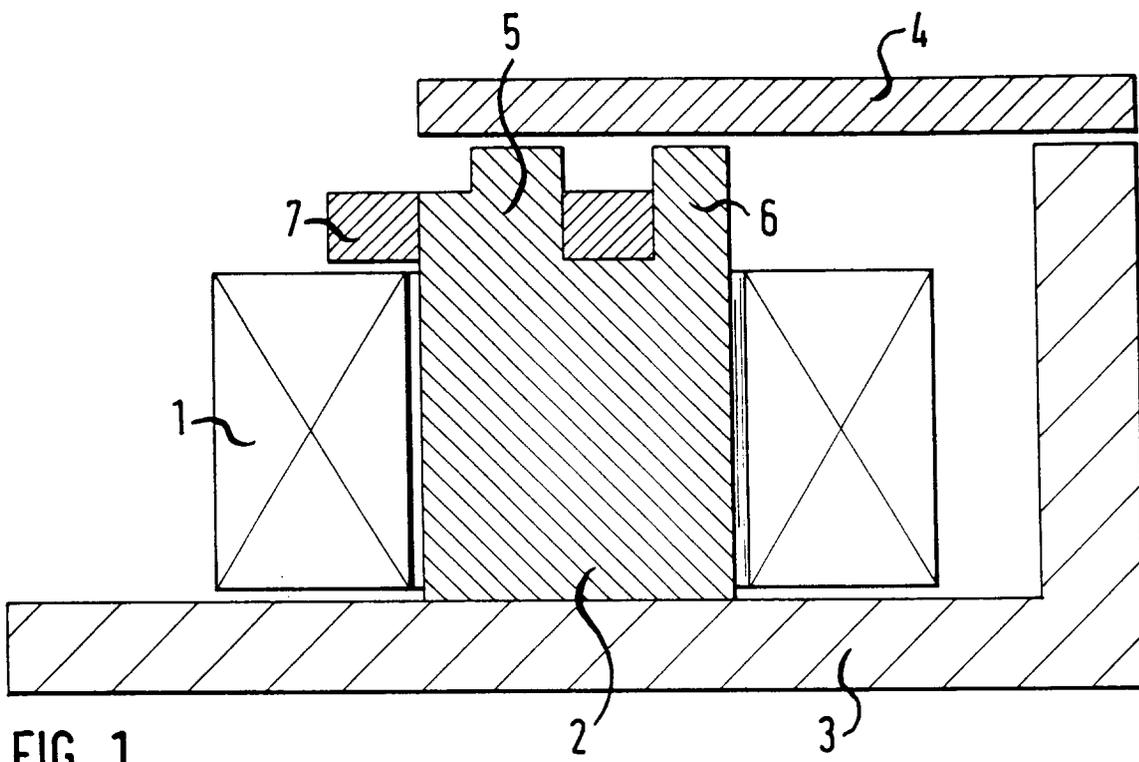
4c), dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (4b oder 4c) im Bereich des unmittelbar gegenüberliegenden vom Kurzschlußring (7b) umgebenen Pols (5b) zur Erhöhung der Flußdichte zwischen Pol (5b) und Anker (4b, 4c) eine magnetisch wirksame Stirnfläche aufweist, die kleiner ist als die endseitige Stirnfläche dieses Pols (5b).
- 8.** Elektromagnetische Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (4b) eine erhabene wirksame Stirnfläche (14) aufweist, die dem vom Kurzschlußring (7b) umschlossenen Pol (5b) gegenüberliegt und kleiner als die endseitige Stirnfläche (10b) dieses Pols (5b) ist.

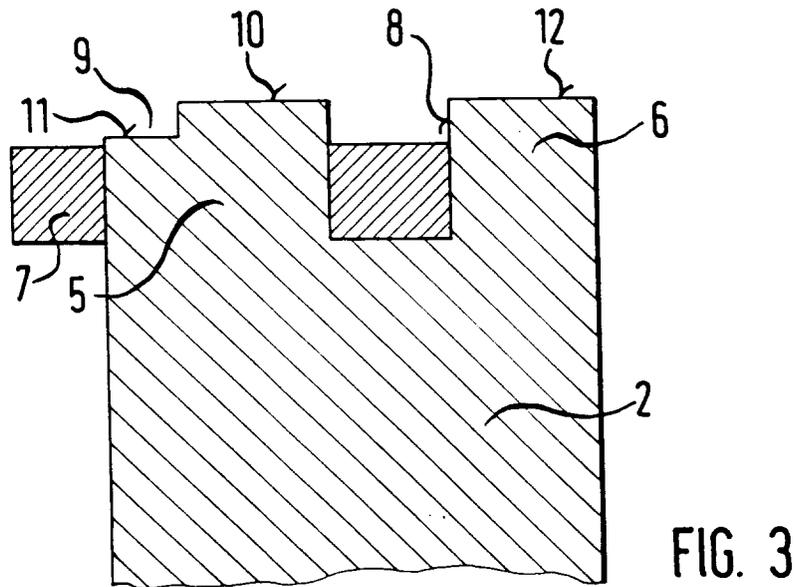
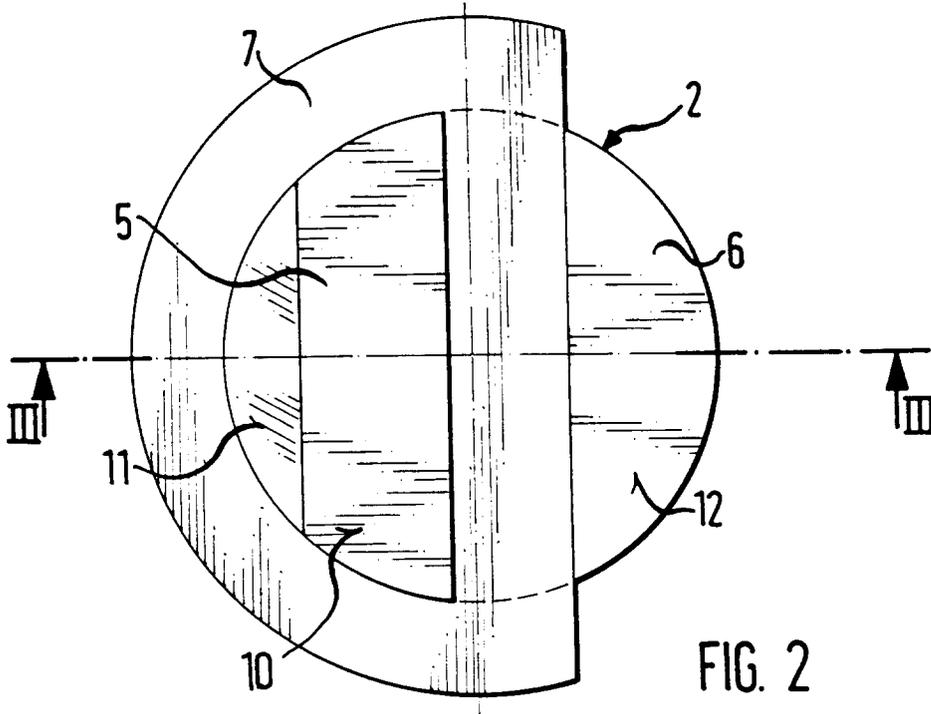
10
- 9.** Elektromagnetische Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (4c) im Bereich des gegenüberliegenden vom Kurzschlußring (7b) umschlossenen Pols (5b) derart endet, daß seine diesem Pol (5b) gegenüber magnetisch wirksame Fläche kleiner ist als die endseitige Stirnfläche (10b) dieses Pols (5b).

25
- 10.** Spulenkern mit Spaltpol, dessen einer Pol (5) für die Umfassung mit einem Kurzschlußring (7) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Pol (5) abgesetzt ausgebildet ist, sodaß er eine endseitige (10) und eine weiter zurückliegende (11) Stirnfläche aufweist, wobei beide Stirnflächen (10, 11) zur selben Seite weisen.

30
- 11.** Spulenkern nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der endseitigen Stirnfläche (10) des vom Kurzschlußring umschlossenen Pols (5) zur Gesamtquerschnittsfläche (10 + 11) dieses Pols (5) kleiner oder gleich 0,7 ist.

40





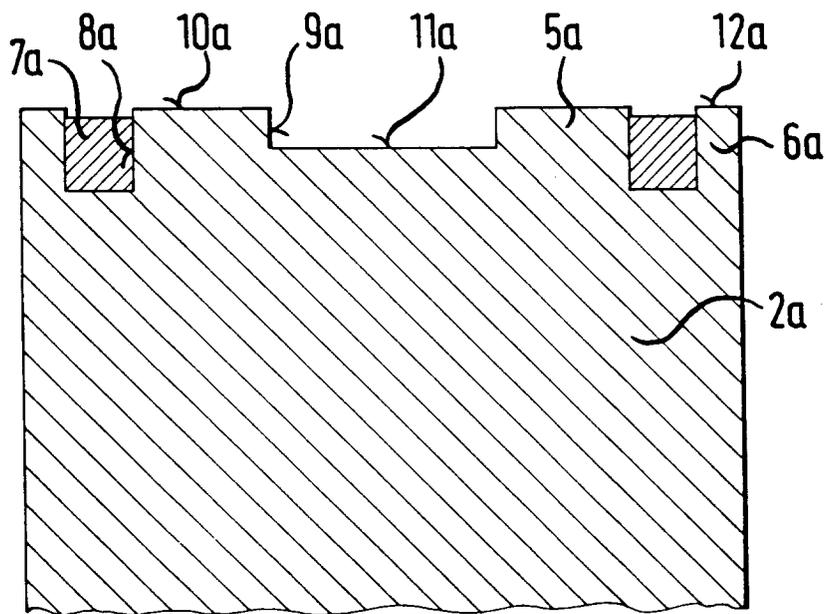
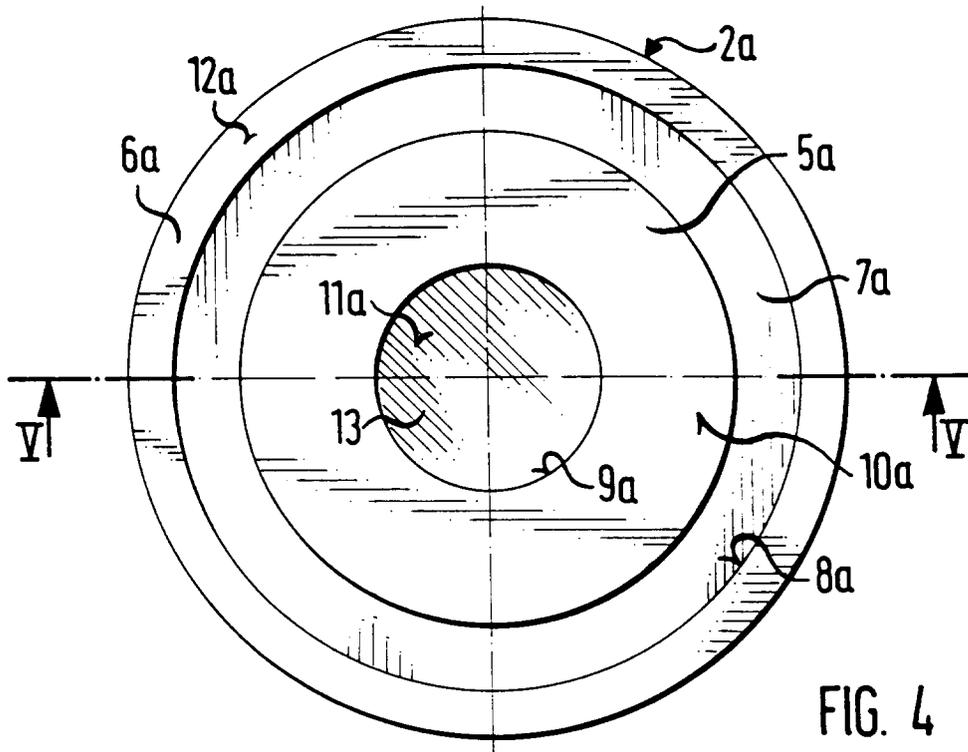


FIG. 5

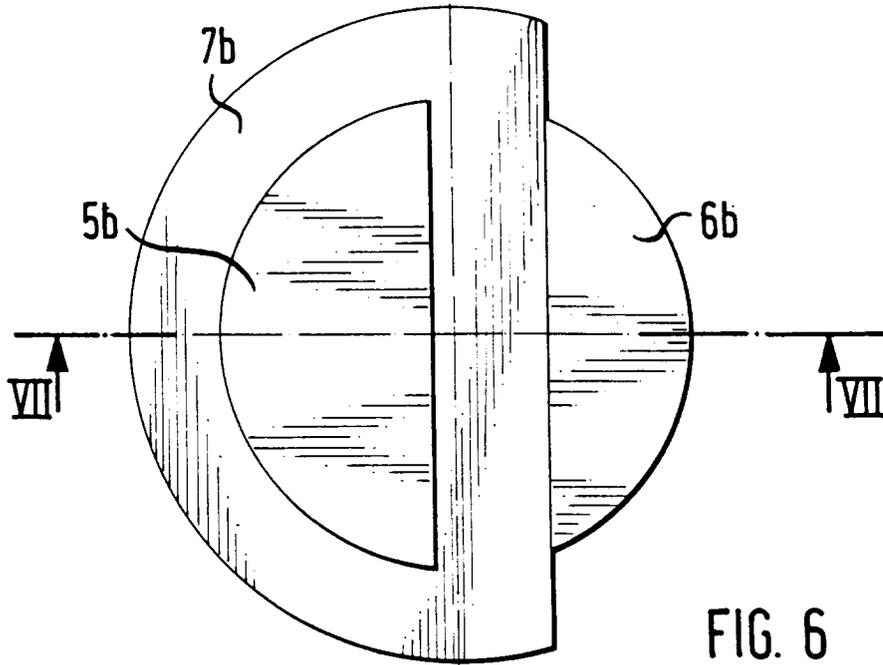


FIG. 6

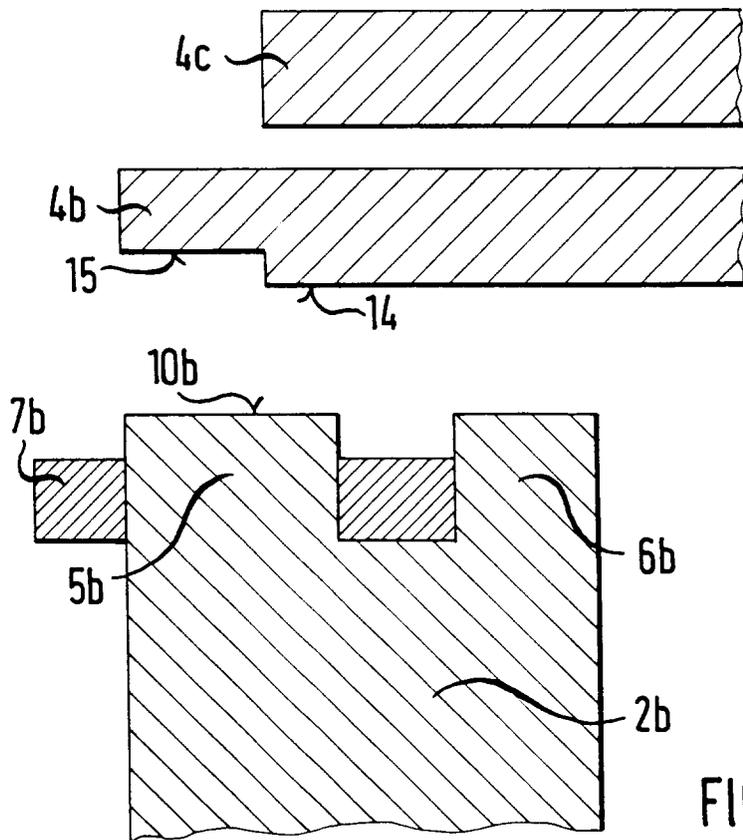


FIG. 7