

(19)



(11)

**EP 2 932 733 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.03.2021 Patentblatt 2021/10**

(51) Int Cl.:  
**H04R 9/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13708670.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2013/000451**

(22) Anmeldetag: **15.02.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/090346 (19.06.2014 Gazette 2014/25)**

(54) **MAGNETSYSTEM FÜR EINEN LAUTSPRECHER, MAGNETISIERUNGSVORRICHTUNG, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES MAGNETSYSTEMS UND LAUTSPRECHER**

MAGNET SYSTEM FOR A LOUDSPEAKER, MAGNETIZING DEVICE, METHOD FOR PRODUCING A MAGNET SYSTEM AND LOUDSPEAKER

SYSTÈME MAGNÉTIQUE POUR UN HAUT-PARLEUR, DISPOSITIF DE MAGNÉTISATION, PROCÉDÉ POUR LA FABRICATION D'UN SYSTÈME MAGNÉTIQUE ET D'UN HAUT-PARLEUR

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

(72) Erfinder: **GERKINSMEYER, Norman**  
**89231 Neu-Ulm (DE)**

(30) Priorität: **12.12.2012 DE 102012024267**

(74) Vertreter: **Binder, Armin**  
**Neue Bahnhofstrasse 16**  
**89335 Ichenhausen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.10.2015 Patentblatt 2015/43**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 472 535 GB-A- 367 998**  
**US-A- 3 223 987 US-A- 4 868 882**  
**US-A1- 2004 131 223 US-A1- 2007 284 960**

(73) Patentinhaber:  
• **Gerkinsmeyer, Norman**  
**89231 Neu-Ulm (DE)**  
• **Blaupunkt Technology GmbH**  
**31139 Hildesheim (DE)**

**EP 2 932 733 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

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Magnetsystem für einen Lautsprecher, eine Magnetisierungsrichtung für ein solches Magnetsystem und ein Verfahren zur Herstellung eines Magnetsystems.

**[0002]** Magnetsysteme mit vorwiegend ringförmigem Luftspalt sind allgemein aus dem Bereich elektromagnetische / dynamische Schallwandler, Aktoren und Exciter bekannt, finden aber auch in anderen Arten von elektromagnetisch getriebenen Systemen mit Luftspalt, wie z.B. Motoren, Generatoren und Antriebe die im Bereich zu Land, Wasser und Luft, Verwendung.

**[0003]** Grundsätzlich ergibt sich immer wieder die Herausforderung die bestehenden Systeme unter Einhaltung der Leistungsfähigkeit zu verkleinern. Hierzu greift man bei Magnetsystemen vermehrt auf besonders leistungsfähige Dauermagnetische Materialien, zum Beispiel aus dem Bereich Seltener Erden, zurück. Dabei entsteht allerdings das Problem, dass solche Magnetsysteme mit sogenannten Supermagneten mit extrem hoher magnetischer Remanenz sehr teuer werden.

**[0004]** Aus der Druckschrift US 2004 / 131223 A1 ist ein Magnetsystem eines Lautsprechers mit mindestens einer Dauermagneteneinheit bekannt, wobei die Dauermagneteneinheit aus einer miteinander verbundenen Kombination aus zwei Dauermagneten besteht und die Magnetisierung beider Dauermagnete bezüglich der gemeinsamen Symmetrieachse gegengerichtet ausgebildet ist. Magnetsysteme dieser Art mit bereits magnetisierten Dauermagneten aufzubauen ist aufwendig, da entgegengesetzt ausgerichtete und sich daher gegenseitig abstoßende Magnete nahe zusammengebracht werden müssen.

**[0005]** Es ist Aufgabe der Erfindung ein besonders klein bauendes Magnetsystem zu verwirklichen, welches möglichst geringe Mengen an Materialien mit besonders hoher magnetischer Remanenz benötigt, wobei eine einfache Montage gewährleistet werden soll. Außerdem soll ein einfaches Verfahren zur Herstellung eines solchen Magnetsystems gefunden werden.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand untergeordneter Ansprüche.

**[0007]** Der Erfinder hat erkannt, dass ein Magnetsystem, welches aus einer geschickten Kombination aus konventionellem Ferrit-Material und einem Seltene-Erden-Magneten aufgebaut ist, bei gleicher Baugröße nahezu die gleiche Leistungsfähigkeit erreicht, wie sie ein rein aus einem Seltene-Erden-Magneten aufgebautes Magnetsystem erreichen kann. Grundsätzlich gilt diese erfindungsgemäße Überlegung für die kombinierte Verwendung von teuren und besonders leistungsfähigen Dauermagneten mit preisgünstigen konventionellen Dauermagneten geringerer Leistung.

**[0008]** Herkömmlicher Weise werden Magnetsysteme mit nur einer Magnetart ausgerüstet. Also werden ent-

weder NdFeB = Neodym-Eisen-Bor, oder Bariumferrit-,  $\text{Sm}_2\text{Co}$  = Samarium Cobalt-, Strontiumferrit-, AlNiCo-Magnetmaterialien je nach Anwendung, Vorgaben und Budget für sich alleine verwendet.

**[0009]** Sollte das bestehende System dann zu schwach sein, wird in der Regel nachträglich magnetisches Material verwendet, montiert, geklebt bzw. gruppiert. Die zusätzlichen Magneten sind allerdings nur mit erheblichem Aufwand zu verwenden, das heißt, sowohl die bestehenden als auch die zusätzlich verwendeten Magneten sind in der Regel bereits magnetisiert und müssen gegenpolig abstoßend montiert bzw. verklebt werden.

**[0010]** Dabei erhöht sich das Gesamtsystem in der Regel in der Höhe (bei waagrecht liegender Betrachtung, siehe z.B. Fig. 1 & 3), im Gewicht, in den Kosten und ist, gegenüber dem erfindungsgemäßen Multimagneten, wesentlich ineffektiver.

**[0011]** Der erfindungsgemäße Multimagnet ist bei vergleichbarer bzw. höherer Feldstärke eines Ferrit-Magneten mit Y35-Material um mehr als 30 % kleiner aber nur unwesentlich teurer wenn die erfindungsgemäße Art und Weise des Aufbaus, sowie die technische Voraussetzung der erfindungsgemäßen Magnetisierung beziehungsweise Vorrichtung berücksichtigt wird.

**[0012]** So lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Multimagneten ganz gezielt die spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Magnetmaterialien miteinander verbinden. Ein Beispiel: Ferrit-Magneten haben eine wesentlich höhere Temperaturbeständigkeit aber auch Volumenbedarf als z.B. NdFeB-Magneten. NdFeB-Magneten haben wiederum ein wesentlich stärkeres Feld bei deutlich geringerer Masse als Ferrit-Magneten, sind aber thermisch deutlich geringer belastbar.

**[0013]** Es wird vorgeschlagen, die höhere Masse des Ferrit als Kühlkörper oder Kühlmasse für den beispielhaft eingesetzten NdFeB-Magneten zu verwenden. Kombiniert ergibt sich ein ideales Magnetsystem im Verhältnis Masse beziehungsweise Volumen zu Feldstärke. So verhält es sich aber umgekehrt bei Volumen beziehungsweise Masse zum Preis. NdFeB ist z.B. mittlerweile deutlich teurer während Ferrit-Magneten recht preiswert und preisstabil sind. Ähnlich verhält es sich bei AlNiCo und  $\text{Sm}_2\text{Co}$  die man erfindungsgemäß statt NdFeB verwenden kann. Mit  $\text{Sm}_2\text{Co}$  oder AlNiCo ließen sich sogar hochtemperaturstabile erfindungsgemäße Multimagneten herstellen.

**[0014]** Es gibt aber noch weitere Punkte die für die Verwendung des erfindungsgemäßen Multimagneten sprechen, wie z.B. ein deutlich besserer Verlauf bzw. bessere Verteilung der Feldlinien und er ist weniger preisschwankungssensibel.

**[0015]** Gerade in den Zeiten von künstlicher Verknappung der Rohstoffe und deren Preismanipulationen durch Spekulationen in den Weltmärkten, sind in den letzten 2 Jahren die Preise im Rohstoffbereich für Seltener Erden, Cobalt, Strontium, Barium, Bor usw. um mehr als das 10-fache gestiegen.

**[0016]** Eine weitere Verbesserung bringt der Einsatz von sogenannten Kurzschlussringen, die vorzugsweise über und unterhalb der Ebene der Polplatten angeordnet werden, beziehungsweise von zusätzlichen Kappen oder Ringen, welche die Polplatte umgeben beziehungsweise umschließen. In beiden Fällen kommen unmagnetische aber am besten elektrisch sehr leitfähige Materialien, wie z.B. Kupfer, Messing, Aluminium usw., zum Einsatz.

**[0017]** Es wird empfohlen die zwei Kurzschlussringe bei Systemen mit größeren Amplituden oder Bewegungen einzusetzen, während die "Kappe" oder der "Ring" eher bei Systemen mit geringen Amplituden oder Bewegungen zum Einsatz kommen sollen.

**[0018]** Die Wirkweise beider Arten von Ringen ist im Prinzip gleich. Es soll verhindert werden, dass das statische Magnetfeld im Luftspalt des erfindungsgemäßen Multimagneten durch das Wechselfeld der mit Wechselspannung durchflossenen Schwingspule irritiert bzw. moduliert wird, da dies beim Einsatz in Lautsprechern zu erheblich hörbaren und messbaren Verzerrungen führen kann.

**[0019]** Oder anders formuliert, das Wechselfeld der Schwingspule induziert in den Ringen einen Strom und dadurch wird die Induktivität der Schwingspule reduziert. Der damit einhergehende Impedanzanstieg zu höheren Frequenzen hin wird nahezu eliminiert und damit wird auch die Modulation des Magnetfeldes im Luftspalt nahezu verhindert.

**[0020]** Somit stellt das erfindungsgemäße Multimagnetsystem die Alternative zu bestehenden Dauermagnetsystemen mit nicht nur ringförmigem Luftspalt dar.

**[0021]** Entsprechend den oben beschriebenen Grundgedanken der Erfindung schlägt der Erfinder die nachfolgend beschriebenen Varianten der Erfindung als besonders günstige Ausführungen vor:

AA) Magnetsystem mit mindestens einer Dauermagneteinheit, insbesondere zum Einsatz in einem Lautsprecher, wobei die Dauermagneteinheit aus einer miteinander verbundenen Kombination aus zumindest einem ersten Dauermagneten mit einer ersten magnetischen Remanenz und einem zweiten Dauermagneten mit einer zweiten magnetischen Remanenz besteht, wobei die zweite magnetische Remanenz wesentlich größer ist, vorzugsweise mindestens doppelt so groß ist, als die erste magnetische Remanenz.

AB) Magnetsystem gemäß der Ausführungsvariante AA), wobei der erste Dauermagnet als Ferrit-Magnet ausgebildet ist und/oder der zweite Dauermagnet als Seltene-Erden-Magnet ausgebildet ist.

AC) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) oder AB), wobei beide Dauermagnete jeweils ringförmig rotationssymmetrisch ausgebildet und coaxial um eine gemeinsame Symmetrieachse

angeordnet sind.

AD) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis AC), wobei beide Dauermagnete einseitig über einen Rückschluss miteinander verbunden sind.

AE) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis AD), wobei die Magnetisierung beider Dauermagnete bezüglich der gemeinsamen Symmetrieachse gegengerichtet ausgebildet ist.

AF) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten AC) bis AE), wobei die Magnetisierung beider Dauermagnete gleichzeitig und bezüglich der gemeinsamen Symmetrieachse gegengerichtet in zusammengebauten Zustand des Magnetsystems erfolgt.

BA) Magnetsystem gemäß der Ausführungsvariante AA), wobei es zumindest aufweist:

- den ersten Dauermagneten mit der ersten magnetischen Remanenz und einer damit verbundenen ersten Polplatte,
- den zweiten Dauermagneten, mit der zweiten magnetischen Remanenz, die wesentlich höher, vorzugsweise mindestens doppelt so hoch, ist wie die erste Remanenz des ersten Dauermagneten, und einer damit verbundenen zweiten Polplatte,
- einen Rückschluss zwischen dem ersten Dauermagneten und dem zweiten Dauermagneten, und
- einen Luftspalt zur Ausbildung eines hohen Magnetflusses zwischen der ersten Polplatte und der zweiten Polplatte.

BB) Magnetsystem gemäß der Ausführungsvariante BA), wobei das Magnetsystem rotationssymmetrisch aufgebaut ist.

BC) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BB), wobei der erste Dauermagnet ein Ferrit-Magnet ist.

BD) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BC), wobei der zweite Dauermagnet ein Seltene-Erden-Magnet ist.

BE) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BD), wobei der Rückschluss einen L-förmigen Querschnitt aufweist, wobei jeder Schenkel des L mit einem der Dauermagneten verbunden ist, so dass ein ringförmiger Luftspalt zwischen dem ersten Dauermagneten und dem zweiten Dauermagneten einschließlich einem Schenkel des L entsteht. BF) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BE), wobei die Polplatten

konzentrisch zueinander und jeweils auf einem Dauermagnet angeordnet sind, so dass sich zwischen ihnen der Luftspalt ausbildet.

BG) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BF), wobei die Masse des zweiten Dauermagneten zwischen 50% und 5%, vorzugsweise zwischen 30% und 5%, vorzugsweise zwischen 20% und 5%, vorzugsweise zwischen 10% und 5%, der Masse des ersten Dauermagneten aufweist. 5 10

BH) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BG), wobei der zweite Dauermagnet ein Magnettyp aus der folgenden Liste ist: Neodym-Eisen-Bor, Barium-Ferrit, Samarium-Cobalt, Strontium-Ferrit, Aluminium-Nickel-Cobalt. 15

BI) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BH), wobei das Magnetsystem eine Mittelöffnung aufweist. 20

BJ) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BI), wobei an mindestens einer Polplatte mindestens ein Kurzschlussring mit einem nichtmagnetischen und elektrisch leitenden Material angeordnet ist. 25

BK) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten BA) bis BJ), wobei mindestens eine Polplatte durch eine, vorzugsweise innen offene, Kurzschlusskappe oder Kurzschlussronde, zumindest teilweise überdeckt wird. 30

BL) Magnetsystem gemäß der Ausführungsvariante BK), wobei die Kurzschlusskappe auch den zweiten Dauermagneten zumindest teilweise zum Luftspalt hin überdeckt. 35

CA) Magnetisierungsvorrichtung für ein Magnetsystem, insbesondere zum Einsatz in einem Lautsprecher, insbesondere gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis BL), aufweisend: 40

- eine erste Magnetspule mit einem ersten Joch, das mit einem Schenkel die erste Magnetspule durchdringt und einen zweiten offenen Schenkel mit zwei Enden, die einen ersten Luftspalt bilden, aufweist, 45
- eine zweite Magnetspule mit einem zweiten Joch, das mit einem Schenkel die zweite Magnetspule durchdringt und durch zwei ringförmig parallel zueinander ausgebildete Enden einen ringförmigen Luftspalt ausbildet, 50
- wobei die ringförmig ausgebildeten Enden des zweiten Jochs jeweils eine koaxiale Öffnung aufweisen, in welche die Enden des ersten Joches eingreifen, so dass ein gemeinsamer 55

Luftspalt entsteht, in den ein gegenläufig zu magnetisierendes Magnetsystem eingesetzt werden kann.

CB) Magnetisierungsvorrichtung gemäß der Ausführungsvariante CA), wobei die erste und zweite Magnetspule derart mit mindestens einer Strom/Spannungsversorgung verbunden sind, dass bei einer gleichzeitigen Aktivierung der Magnetspulen im gemeinsamen Luftspalt ein gegenläufiges Magnetfeld erzeugt wird, das im Spalt des ersten Joches umgekehrt ausgerichtet ist, wie im Spalt des zweiten Joches.

D) Verfahren zur Herstellung eines Magnetsystems, insbesondere gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis AF) oder BA) bis BL) und insbesondere unter Verwendung einer Magnetisierungsvorrichtung gemäß einer der Ausführungsvarianten CA) bis CB), wobei die folgenden Herstellungsschritte ausgeführt werden:

- Zusammenbau eines Magnetsystems aus einem ersten und einem zweiten noch nicht vormagnetisierten jeweils rotationssymmetrischen Dauermagneten, wobei die Dauermagneten bezüglich ihrer Symmetrieachse koaxial zueinander auf unterschiedlichen Durchmessern und durch einen Luftspalt zueinander getrennt angeordnet sind
- Einsetzen des Magnetsystems in eine Magnetisierungsvorrichtung, welche gleichzeitig für jeden Dauermagneten jeweils ein Magnetfeld erzeugen kann, wobei beide Magnetfelder axial gegenläufig ausgerichtet sind,
- gleichzeitige axial gegenläufige Magnetisierung der Dauermagneten durch kurzzeitiges Einschalten der Magnetisierungsvorrichtung,
- Entnehmen des Magnetsystems mit axial gegenläufig magnetisierten Dauermagneten.

E) Verfahren zur Herstellung eines Magnetsystems, insbesondere gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis AF) und unter Verwendung einer Magnetisierungsvorrichtung, welche im Inneren ein axial in die gleiche Grundrichtung (=nicht gegenläufig) ausgerichtetes Magnetfeld erzeugt, wobei die folgenden Herstellungsschritte ausgeführt werden:

- Zusammenbau eines Magnetsystems aus einem ersten und einem zweiten noch nicht vormagnetisierten jeweils rotationssymmetrischen Dauermagneten, wobei die Dauermagneten bezüglich ihrer Symmetrieachse koaxial zueinander auf unterschiedlichen Durchmessern und durch einen Luftspalt zueinander getrennt angeordnet sind,
- Einsetzen des Magnetsystems in die Magneti-

- sierungsvorrichtung,
- gleichzeitige Magnetisierung der beiden Dauermagneten in einer ersten axialen Ausrichtung,
  - gleichzeitige Beaufschlagung der beiden Dauermagneten durch ein in axialer Richtung gegenläufiges Magnetfeld mit einer Feldstärke, welche den ersten Magneten nicht ummagnetisiert, jedoch den zweiten Magneten entgegengerichtet zu seiner ersten Magnetisierung ummagnetisiert,
  - Entnehmen des Magnetsystems mit axial entgegengesetzt magnetisierten Dauermagneten.

FA) Verfahren zur Herstellung eines Magnetsystems, insbesondere gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis AF) und unter Verwendung einer Magnetisierungsvorrichtung, welche im Inneren ein axial in die gleiche Grundrichtung (=nicht gegenläufig) ausgerichtetes Magnetfeld erzeugt, wobei die folgenden Herstellungsschritte ausgeführt werden:

- Zusammenbau eines Magnetsystems aus einem ersten und einem zweiten noch nicht vormagnetisierten jeweils rotationssymmetrischen Dauermagneten, wobei die Dauermagneten bezüglich ihrer Symmetrieachse coaxial zueinander auf unterschiedlichen Durchmessern und durch einen Luftspalt zueinander getrennt angeordnet sind,
- Einsetzen des Magnetsystems in die Magnetisierungsvorrichtung,
- gleichzeitige Magnetisierung der beiden Dauermagneten in einer ersten axialen Ausrichtung,
- Abschirmen des ersten Magneten durch einsetzen einer elektrisch leitfähigen Abschirmung zumindest im Luftspalt,
- gleichzeitige Beaufschlagung der beiden Dauermagneten durch ein in axialer Richtung gegenläufiges Magnetfeld mit zeitlich sich verändernder Feldstärke durch kurzzeitiges Einschalten einer Magnetspule der Magnetisierungsvorrichtung, wobei die Magnetfeldstärke im zweiten, nicht abgeschirmten Magneten geringer ist als im ersten Magneten,
- Entnehmen des Magnetsystems mit axial entgegengesetzt magnetisierten Dauermagneten.

FB) Verfahren gemäß der voranstehenden Ausführungsvariante FA), wobei nach der ersten Magnetisierung und vor der zweiten Magnetisierung der erste Magnet durch einsetzen eines elektrisch leitfähigen Rings im Luftspalt oder einer elektrisch leitfähigen Kappe, die zumindest teilweise in den Luftspalt hineinreicht, abgeschirmt wird.

FC) Verfahren gemäß der voranstehenden Ausführungsvariante FA), wobei nach der ersten Magnetisierung und vor der zweiten Magnetisierung der ers-

te Magnet ein elektrisch leitfähiger, in axialer Richtung gespaltenen Ring im Luftspalt eingesetzt wird und durch Zufuhr eines Stromstoßes während der zweiten Magnetisierung das externe Magnetfeld abgeschwächt wird.

G) Verfahren zur Herstellung eines Magnetsystems, insbesondere gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis AF) und unter Verwendung einer Magnetisierungsvorrichtung, welche im Inneren ein axial in die gleiche Grundrichtung (=nicht gegenläufig) ausgerichtetes Magnetfeld erzeugt, wobei die folgenden Herstellungsschritte ausgeführt werden:

- Zusammenbau eines Magnetsystems aus einem ersten und einem zweiten noch nicht vormagnetisierten jeweils rotationssymmetrischen Dauermagneten, wobei der erste Dauermagnet eine Sättigungsfeldstärke aufweist, die kleiner ist als die maximale Feldstärke, ab der irreversible Verluste der Magnetisierung des zweiten Dauermagneten entstehen,
- Einsetzen des Magnetsystems in die Magnetisierungsvorrichtung,
- gleichzeitige Magnetisierung der beiden Dauermagneten in einer ersten axialen Ausrichtung mit einer Feldstärke, die größer als die Sättigungsfeldstärke des zweiten Dauermagneten ist,
- anschließend gleichzeitige Beaufschlagung der beiden Dauermagneten durch ein in axialer Richtung gegenläufiges Magnetfeld mit einer Feldstärke, die größer als die Sättigungsfeldstärke und kleiner als die maximale Feldstärke, ab der irreversible Verluste der Magnetisierung des zweiten Dauermagneten entstehen,
- Entnehmen des Magnetsystems mit axial entgegengesetzt magnetisierten Dauermagneten.

HA) Magnetsystem, insbesondere gemäß der Ausführungsvariante AA), wobei es zumindest aufweist:

- einen ersten Dauermagneten mit einer ersten magnetischen Remanenz,
- einen, unmittelbar mit dem ersten Dauermagneten verbundenen zweiten Dauermagneten, mit einer zweiten magnetischen Remanenz, die wesentlich höher ist, vorzugsweise mindestens doppelt so hoch ist, wie die erste Remanenz des ersten Dauermagneten,
- eine erste Polplatte, die unmittelbar mit dem zweiten Dauermagneten verbunden ist,
- einen Rückschluss der mit dem ersten Dauermagneten verbunden ist,
- und einen Luftspalt zur Ausbildung eines hohen Magnetflusses zwischen dem Rückschluss und der ersten Polplatte.

HB) Magnetsystem gemäß der Ausführungsvariante HA), wobei das Magnetsystem rotationssymmetrisch aufgebaut ist.

HC) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten HA) bis HB), wobei der erste Dauermagnet ein Ferrit-Magnet ist.

HD) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten HA) bis HC), wobei der zweite Dauermagnet ein Seltene-Erden-Magnet ist.

HE) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten HA) bis HD), wobei die Masse des zweiten Dauermagneten zwischen 50% und 5%, vorzugsweise zwischen 30% und 5%, vorzugsweise zwischen 20% und 5%, vorzugsweise zwischen 10% und 5%, der Masse des ersten Dauermagneten aufweist.

HF) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten HA) bis HE), wobei das Magnetsystem eine Mittelöffnung aufweist.

HG) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten HA) bis HF), wobei an der Polplatte mindestens ein Kurzschlussring mit einem nichtmagnetischen und elektrisch leitenden Material angeordnet ist.

HH) Magnetsystem gemäß einer der Ausführungsvarianten HA) bis HG), wobei die Polplatte durch eine, vorzugsweise innen offene, Kurzschlusskappe oder Kurzschlussrönde, zumindest teilweise überdeckt wird.

HI) Magnetsystem gemäß der Ausführungsvariante HH), wobei die Kurzschlusskappe auch den zweiten Dauermagneten zumindest teilweise zum Luftspalt hin überdeckt.

I) Verfahren zur Herstellung eines Magnetsystems, insbesondere gemäß einer der Ausführungsvarianten AA) bis AF) oder HA) bis HI), wobei und insbesondere unter Verwendung einer Magnetisierungs- vorrichtung gemäß einer der Ausführungsvarianten CA) bis CB), wobei die folgenden Herstellungsschritte ausgeführt werden:

- Zusammenbau eines Magnetsystems aus einem ersten und einen zweiten noch nicht vormagnetisierten rotationssymmetrischen Dauermagneten und einem, im Querschnitt L-förmig ausgebildeten Rückschluss, wobei die Dauermagneten coaxial und übereinander angeordnet und unmittelbar miteinander verbunden sind und zwischen Rückschluss und den Dauermagneten ein Luftspalt gebildet ist,

- Einsetzen des Magnetsystems in eine Magnetisierungs- vorrichtung, welche gleichzeitig für die Dauermagneten einerseits und den Rückschluss andererseits jeweils ein Magnetfeld erzeugen kann, wobei beide Magnetfelder axial gegenläufig ausgerichtet sind und ein Magnetfeld auf die Dauermagneten wirkt und ein Magnetfeld auf einen Schenkel des Rückschlusses wirkt,
- gleichzeitige axial Magnetisierung der Dauermagneten durch kurzzeitiges Einschalten der gegenläufigen Magnetfelder der Magnetisierungs- vorrichtung,
- Entnehmen des Magnetsystems mit magnetisierten Dauermagneten.

J) Magnetsystem, hergestellt durch ein hier beschriebenes Verfahren, insbesondere nach einem Verfahren gemäß einer der Ausführungsvarianten D)- G).

K) Lautsprecher mit einem der erfindungsgemäßen hier beschriebenen Magnetsysteme, wobei das Magnetsystem vorzugsweise nach einem der hier beschriebenen Magnetisierungsverfahren magnetisiert wurde und hergestellt wurde.

**[0022]** Besonders günstig hat sich anstelle der gleichzeitigen gegenläufigen Magnetisierung in einem einzigen Magnetisierungsvorgang, die zweiphasige Magnetisierung erwiesen, bei der in einem ersten Schritt das Multimagnetsystem mit zwei konzentrisch auf unterschiedlichen Durchmessern angeordneten Ringmagnete, durch einen Luftspalt getrennt sind, zunächst in eine gemeinsame Richtung magnetisiert werden. Anschließend erfolgt eine umgekehrte Magnetisierung beider Ringmagnete derart, dass beide Ringmagnete dem umgekehrten Magnetfeld ausgesetzt werden, wobei jedoch nur ein Magnet umgepolt wird.

**[0023]** Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass für die Magnete jeweils solche Materialien gewählt werden, dass diese eine sich wesentlich unterscheidende Koerzitivität aufweisen und die zweite gegenläufige Magnetisierung mit einer Feldstärke ausgeführt wird, die den einen Magneten umpolt, den anderen Magneten jedoch nicht ummagnetisiert.

**[0024]** Alternativ oder unterstützend zur ersten Ausführungsvariante der Magnetisierung kann durch eine Abschirmung eines Magneten bei der zweiten gegenläufigen Magnetisierung das Magnetfeld im Bereich des einen Magneten so reduziert werden, dass keine Umpolung stattfindet, während der andere Magnet umgepolt wird. Die Abschirmung kann dabei durch ein leitendes Material im Luftspalt geschehen, welchem bei einer impulsartigen Ummagnetisierung ein gegenwirkender Ringstrom induziert wird, oder es kann aktiv während der Ummagnetisierung ein gegenwirkender Stromimpuls im Luftspalt erzeugt werden, der ebenso eine entgegengerichte-

setzte Wirkung entfaltet.

**[0025]** Der erfindungsgemäße Multimagnet soll hier beispielhaft an einem Ringspaltmagneten für Schallwandler erklärt werden.

**[0026]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele eines Ringspaltmagneten für Schallwandler mit Hilfe der Figuren näher beschrieben, wobei nur die zum Verständnis der Erfindung notwendigen Merkmale dargestellt sind.

**[0027]** Im Einzelnen zeigen:

- FIG 1: Multimagnetsystem mit zwei konzentrisch angeordneten Ringmagneten unterschiedlicher Remanenz;
- FIG 2: Multimagnetsystem aus Figur 1 in Draufsicht;
- FIG 3: Magnetisierungsvorrichtung zur gleichzeitigen gegenläufigen Magnetisierung im Schnitt;
- FIG 4: Magnetisierungsvorrichtung aus Figur 3 in Draufsicht;
- FIG 5: Streufeldmagnetisierer mit Magnetsystem gemäß Figur 1 im Schnitt;
- FIG 6: Streufeldmagnetisierer mit Magnetsystem gemäß Figur 1 mit zusätzlicher Abschirmung im Schnitt;
- FIG 7: Streufeldmagnetisierer mit Magnetsystem gemäß Figur 1 mit aktiver Abschirmung im Schnitt;
- FIG 8: Streufeldmagnetisierer aus Figur 7 im Schnitt A-A;
- FIG 9: Magnetsystem gemäß Figur 1 während der Magnetisierung gemäß Schritt II unter Abschirmung des inneren Magneten;
- FIG 10: Darstellung der Magnetisierung gegen externe Magnetfeldstärke;
- FIG 11: Zeitlicher Feldstärkenverlauf während der Schritte I und II der Magnetisierung mit passiver Abschirmung;
- FIG 12: Zeitlicher Feldstärkenverlauf während der Schritte I und II der Magnetisierung mit aktiver Abschirmung;
- FIG 13: Ausführungsvariante des Multimagneten mit Kurzschlussring;
- FIG 14: Ausführungsvariante des Multimagneten mit Kupferkappe;
- FIG 15: Größenvergleich eines Magnetsystems gemäß Stand der Technik und eines erfindungsgemäßen Multimagneten;
- FIG 16-18: Größenvergleich der Magnetsysteme in Relation zur erreichbaren Feldstärke im Luftspalt;
- FIG 19: Multimagnet als Topfmagnetsystem mit topfartigem Rückschluss;
- FIG 20: Streufeldmagnetisierer mit Magnetsystem nach Figur 19;
- FIG 21: Multimagnet als Topfmagnet in der Ausführung mit zwei Kurzschlussringen;

FIG 22: Multimagnet als Topfmagnet in der Ausführung mit Kurzschlusskappe.

**[0028]** Die **Figur 1** zeigt beispielhaft den erfindungsgemäßen Multimagneten als Ringmagnetsystem, mit seiner äußeren Polplatte 1 die auf dem Ferrit-Magneten 5 sitzt und vorzugsweise, aber nicht zwingend, einen etwas kleineren Innendurchmesser als der Ferrit-Magnet aufweist. Der Luftspalt 2 ergibt sich nun durch den Innendurchmesser der äußeren Polplatte 1 gegenüber dem Außendurchmesser der inneren Polplatte 3, die sich auf dem beispielsweise eingesetzten NdFeB-Magneten 4 befindet, der sich wiederum auf dem sogenannten T-Yoke oder Joch mit Rückschluss 6 befindet, der auch eine optionale Mittelbohrung 7 aufweist, die einerseits der Belüftung andererseits der besseren Führung des Feldlinienverlaufes im Luftspalt 2 des Systems dienen kann. Hierbei hat es sich als besonders günstig, aber nicht zwingend, erwiesen, die innere Polplatte 3 etwas vorstehender und höher als die äußere Polplatte 1 auszuführen.

**[0029]** Weiterhin hat es sich als besonders günstig erwiesen, den Außendurchmesser der inneren Polplatte 3 größer als die darunter befindlichen Durchmesser des beispielsweise eingesetzten NdFeB-Magneten 4 und des sogenannten T-Yoke oder Joch mit Rückschluss 6 auszuführen. Die vorzugsweise ausgeführten Phasen am Rand der Polplatte 1 bzw. Senkungen der Mittel- bzw. Durchbohrung dienen einerseits der Verbesserung des Feldlinienverlaufs und andererseits einem Vorbeugen der Geräuschentwicklung durch verdrängter bzw. durchströmen gasförmiger Medien, wie z.B. Luft.

**[0030]** Sollte das Magnetvolumen und vor allem der Durchmesser (gilt auch für die Varianten nach Fig. 11 & 12) im Kern und Luftspalt 2 und damit auch der verwendete NdFeB-Magnet 4 mit seiner Polplatte 3 konstruktionsbedingt zu klein sein, kann es von Vorteil sein, keine Mittelbohrung 7 mit Phasen anzuwenden. Eine Senkung in Form der Phase, wie bei der Mittelbohrung 7, kann unter Umständen dennoch einen Sinn ergeben, da auch mit einer Senkung in der Polplatte 3 und Rückschluss 6 eine Verbesserung des Feldlinienverlaufes einhergeht.

**[0031]** Durch diverse Versuche im Laufe der Entwicklung hat sich herausgestellt, dass es je nach Größe und Anforderung des Systems günstiger sein kann, die Position des beispielsweise eingesetzten NdFeB-Magneten 4 in dem beispielhaft skizzierten Bereich auch mittig oder weiter unten zu positionieren. In diesem Fall würde die innere Polplatte 3 entsprechend höher ausfallen bzw. unter bestimmten Bedingungen auch gänzlich entfallen können.

**[0032]** Die **Figur 2** zeigt in der Draufsicht den Schnitt-hinweis des erfindungsgemäßen Multimagneten für die Figuren 1, 3, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 16 und 17 zum besseren Verständnis. Insbesondere ist auch die konzentrische beziehungsweise koaxiale Anordnung der beiden Magnete unterschiedlicher Koerzitivität 4 und 5 des Multimagneten 19 verdeutlicht.

**[0033]** Die **Figur 3** zeigt beispielhaft die erfindungsgemäße Magnetisiervorrichtung des erfindungsgemäßen Multimagneten 19 nach **Figur 1** der wahlweise z.B. mit NdFeB in der Mitte bestückt ist. Diese Vorrichtung besteht aus einer Erregerspule 15 die über ein Joch 16 den mittleren Bereich und über ein ringförmig ausgeführtes Joch 17 und dessen Erregerspule 18 der äußere Bereich des erfindungsgemäßen Multimagneten 19 magnetisieren kann.

**[0034]** Durch die erfindungsgemäße Technologie bzw. den erfindungsgemäßen Multimagneten gelingt es nun, dass die Magneten des erfindungsgemäßen Multimagneten 19, obwohl diese aus vollkommen unterschiedlichen Material bestehen und normaler Weise jeder für sich magnetisiert werden müsste, gemeinsam magnetisiert werden können. Es wird vorgeschlagen, dass die Spule 15 über ihr Joch 16 den inneren Bereich gegenpolig mit größer 2000 kA/m gegenüber dem äußeren Bereich, mit dem ringförmig ausgeführten Joch 17 und dessen Erregerspule 18 mit größer 800 kA/m magnetisiert wird.

**[0035]** Mit dieser erfindungsgemäßen Magnetisierungsvorrichtung lässt sich auch der erfindungsgemäße Multimagnet aus **Figur 17** als Topfmagnetsystem, welcher z.B. mit NdFeB und Ferrit in der Mitte bestückt ist, magnetisieren. Dabei kann dann auch nur die Erregerspule 15 mit dem Joch 16 für den mittleren Bereich, größer 2000 kA/m, zum Einsatz kommen.

**[0036]** Da das Joch 16 und das Joch 17 das erfindungsgemäße Multimagnetsystem 19 lediglich oben und unten überdeckt und nicht komplett umgibt, ist es möglich, die erfindungsgemäße Magnetisierungsvorrichtung in einer bandartigen Fertigungslinie zu integrieren. Dabei durchläuft das Band die erfindungsgemäße Magnetisierungsvorrichtung im Bereich des erfindungsgemäßen Multimagnetsystems 19, welches diesen formschlüssig sicher aufnimmt und ist dabei auch in der Lage normale Magnetsysteme zu magnetisieren, da die Spulen 15 und 18 auch getrennt und unabhängig voneinander betrieben werden können.

**[0037]** Die **Figur 4** zeigt die erfindungsgemäße Magnetisiervorrichtung in der Draufsicht. Hierbei werden die gleichen Bezugszeichen wie in **Figur 3** verwendet.

**[0038]** Alternativ zur gleichzeitig gegenläufigen Magnetisierung des Magnetsystems aus **Figur 1** oder eines der Magnetsysteme aus den **Figuren 12 und 13**, lässt sich ein solches erfindungsgemäßen Magnetsystem auch nacheinander mit einer einfachen Magnetisierungsspule gegenläufig magnetisieren. Diese Vorgehensweise wird in den **Figuren 5 bis 10** näher beschrieben.

**[0039]** Die **Figur 5** zeigt das Magnetsystem 19 aus der **Figur 1** in einer Magnetisierungsspule 20. Hiermit wird in einem ersten Schritt das gesamte Magnetsystem 19 mit den beiden konzentrisch auf unterschiedlichen Durchmesser angeordneten Magneten 4 und 5 in eine gemeinsame N-S-Richtung aufmagnetisiert. Dabei wird der höherkoerzitive Magnet 4 durch eine axiale Feldanord-

nung voll magnetisiert, der niederkoerzitive Magnet 5 wird teilweise oder voll in die gleiche Richtung aufmagnetisiert. Die Magnetisierungsrichtung der Magnetisierungsvorrichtung und der Magnete wird durch die Bezeichnung N und S beschrieben.

**[0040]** Alternativ kann das axiale Feld auch durch ein Joch ähnlich der **Figur 3**, oder durch das Zentral- oder Streufeld einer axialen Feldspule nach **Figur 8** realisiert werden. Außerdem kann die Magnetisierungsspule auch zusätzlich einen Rückschluss aufweisen.

**[0041]** Die **Figur 6** beschreibt den zweiten Schritt der Magnetisierung, wobei der Magnet 5 in entgegengesetzter Richtung aufmagnetisiert wird. Dafür wird die Magnetisierungsspule 20 mit gegenüber der **Figur 5** invertierter Feldrichtung betrieben. Der bereits magnetisierte Magnet 4 darf dabei jedoch nicht ummagnetisiert werden.

**[0042]** Dies kann einerseits durch die Verwendung eines entsprechend hochkoerzitiven Magnetmaterials für den Magneten 4 geschehen. So dass dieser eine derart höhere Resistenz gegen eine Ummagnetisierung aufweist als der Magnet 5. Dabei wird ein Feld angelegt, welches zwar den Magneten 5 ummagnetisiert, jedoch die Magnetisierung des Magneten 4 aufgrund seiner höheren Koerzitivität nicht verändert.

**[0043]** Alternativ kann eine Abschirmung 31 aus einem gut elektrisch leitfähigen Material (z.B. Kupfer) in den Luftspalt des Magnetsystems zwischen den Magneten 4 und 5 getaucht werden. Diese Abschirmung 31 kann als Kappe, zumindest aber als Ring ausgebildet sein.

**[0044]** Durch die kurzfristige Bestromung der Spule 20 werden in dem Ring Wirbelströme erzeugt, welche das inverse Feld für den Magneten 4 verdrängen und das Feld zur Ummagnetisierung des Magneten 5 verstärken. Auf diese Weise wird die Magnetisierungsrichtung des Magneten 5 invertiert, während die Magnetisierung des Magneten 4 erhalten bleibt.

**[0045]** Wie an Hand der eingetragenen Magnetisierungsausrichtungen N und S zu erkennen ist, verläuft die Magnetisierung der Magnete 4 und 5 nach dem zweiten Schritt entgegengesetzt.

**[0046]** Eine weitere Variante des zweiten Schrittes der erfindungsgemäßen Magnetisierung wird in den **Figuren 7 und 8** gezeigt. Hier wird anstelle der passiven Magnetfeldabschwächung durch einen leitfähigen Ring im Luftspalt des Multimagneten oder eine entsprechende leitfähige Kappe ein aktiv bestromter in axialer Richtung mit dem Spalt 32 gespaltener Ring 31 in den Luftspalt zwischen den Magneten 4 und 5 eingesetzt und beim Einschalten des externen invertierten Magnetfeldes durch die Magnetisierungsspule 20 derart mit Strom beaufschlagt, dass ein dem externen Magnetfeld der Magnetisierungsvorrichtung entgegenwirkendes Magnetfeld entsteht. Dieses interne Magnetfeld bewirkt dann eine Reduktion der Feldstärke des externen Magnetfeldes und verhindert die Ummagnetisierung des Magneten 4, während es die Ummagnetisierung des Magneten 5 fördert.

**[0047]** Die **Figur 7** zeigt die Magnetisierungsspule 20

mit dem darin angeordneten Multimagneten im axialen Schnitt, während die Figur 8 den Schnitt A-A durch die Spule 20 zeigt.

**[0048]** Wie in der **Figur 8** dargestellt, wird im Moment der Ummagnetisierung des Magneten 5 durch Anlegen von Spannung an dem gespaltenen Ring 31 ein Strom im Luftspalt erzeugt, der wiederum ein Magnetfeld - dargestellt durch außerhalb des Ringes 31 aus der Zeichenfläche heraustretenden sechs Pfeile und die innerhalb des Ringes 31 sechs in die Zeichenfläche eintretenden Pfeile - erzeugt, das die Ummagnetisierung des äußeren Magneten 5 fördert, jedoch der Ummagnetisierung des innerhalb des Ringes 31 liegenden Magneten 4 entgegenwirkt.

**[0049]** Bei der oben beschriebenen Ummagnetisierung im zweiten Schritt mit einem entgegen gerichteten, aktiv erzeugten Magnetfeld muss der Stromimpuls durch den Ring zeitlich mit dem Strom durch die äußere Spule synchronisiert sein. Dabei ist es möglich, je nach Größe des Magnetsystems den Ringstrom durch einen Stromtransformator hoch zu transformieren oder in Serie mit der äußeren Spule zu schalten.

**[0050]** Zur Verdeutlichung des im Magnetsystem 19 während der Ummagnetisierung des äußeren Magneten 5, also während des zweiten Schrittes, vorliegenden Magnetfeldes ist in der **Figur 9** nochmals der Multimagnet 19 im Schnitt gezeigt, wobei zusätzlich die Magnetfeldrichtungen und die magnetischen Feldlinien gezeigt sind. Es ist zu erkennen, dass durch den eingesetzten Ring 31 und dem dort entstehenden Ringstrom das externe Magnetfeld im Magneten 4 abgeschwächt und das externe Magnetfeld im Magneten 5 verstärkt wird. Entsprechend wird der Magnet 5 umgekehrt ausgerichtet, während der Magnet 4 seine anfangs im ersten Schritt aufgeprägte Magnetisierungsrichtung beibehält.

**[0051]** Hierzu ist auch noch in der **Figur 10** für zwei unterschiedliche Materialien - entsprechend den Magneten 4 und 5 - die Magnetisierung M in Relation zu einer äußeren Magnetisierfeldstärke H in Form einer Hystereseschleife aufgetragen. Beispielsweise kann der Magnet 4 dem durchgezogenen Verlauf entsprechen, wo bis zu einer Feldstärke H größer H<sub>4</sub> die Magnetisierung im Magneten 4 bestehen bleibt, während danach eine dauerhafte Schwächung bis hin zur Umpolung der Magnetisierung beginnt. Entsprechend ist gepunktet der Verlauf der Magnetisierung M für ein Material des Magneten 5 gezeigt. Auf diese Weise können grundsätzlich zwei Magnete unterschiedlicher Koerzitivität nebeneinander mit den gleichen einwirkenden Magnetfeldern umgekehrt gepolt werden.

**[0052]** Ist H<sub>s5</sub> < H<sub>4</sub>, so wird keine Abschirmung für den Magnet 4 im zweiten Schritt benötigt.

**[0053]** Erfindungsgemäß wird die Auswahl der Magnetmaterialien in Bezug auf das Verhältnis H<sub>s5</sub> zu H<sub>4</sub> erweitert, indem der nicht umzupolende Magnet 4 zusätzlich gegen das ummagnetisierende Magnetfeld - passiv oder aktiv - abgeschirmt wird.

**[0054]** Ein solcher Vorgang wird in den Figuren 11 und

12 durch Auftragung der einwirkenden Feldstärke H über die Zeitachse t verdeutlicht.

**[0055]** Die **Figur 11** zeigt die Schritte I und II der Magnetisierung durch eine Magnetisierungsvorrichtung gemäß den Figuren 5 und 6 mit passiver Abschirmung. Im Schritt I werden die beiden Magneten 4 und 5 einem etwa gleichen Feldstärkenverlauf H<sub>I</sub> ausgesetzt und nebeneinander montiert in die gleiche N-S-Richtung magnetisiert. Darauf wird zwischen dem ersten Schritt I und dem zweiten Schritt II der erfindungsgemäßen Magnetisierung ein Abschirmring oder eine Abschirmkappe in den Luftspalt zwischen den Magneten 4 und 5 gesetzt. Es folgt nun der Schritt II, in dem ein entgegen gerichtetes Magnetfeld mit dem Verlauf H<sub>IIa</sub> in der Magnetisierungsspule erzeugt wird. Dieses Feld wirkt auch auf den ungeschützten Magneten 5 ein und polt diesen, da es größer als seine Sättigungsfeldstärke H<sub>s5</sub> ist, komplett um. Gleichzeitig wird jedoch der innerhalb der Abschirmung liegende Magnet 4 nur durch einen Feldstärkeverlauf gemäß H<sub>IIb</sub> beaufschlagt, da der in der Abschirmung erzeugte Ringstrom dem externen Magnetfeld in Form von H<sub>IIc</sub> entgegenwirkt. Der so erzeugte Feldstärkenverlauf des Magnetfeldes H<sub>IIb</sub>=H<sub>IIa</sub>-H<sub>IIc</sub> bleibt unter der Grenze von H<sub>4</sub>. Entsprechend wird der Magnet 4 nicht geschwächt und beide Magnete erhalten im bereits zusammengebauten Zustand ihre entgegengesetzt gerichtete voll gesättigte Magnetisierung.

**[0056]** Die **Figur 12** zeigt die erfindungsgemäßen Schritte I und II der Magnetisierung durch eine Magnetisierungsvorrichtung gemäß den Figuren 5 und 7 beziehungsweise 8 mit aktiver Abschirmung. Im Schritt I werden die beiden Magneten 4 und 5 einem etwa gleichen Feldstärkenverlauf H<sub>I</sub> ausgesetzt und nebeneinander montiert in die gleiche N-S-Richtung magnetisiert. Darauf wird zwischen dem ersten Schritt I und dem zweiten Schritt II der erfindungsgemäßen Magnetisierung ein aktiv bestrombarer Ring in den Luftspalt zwischen den Magneten 4 und 5 gesetzt, wie es in den Figuren 7 und 8 gezeigt ist. Es folgt nun der Schritt II, in dem ein entgegen gerichtetes Magnetfeld mit dem Verlauf H<sub>IIa</sub> in der Magnetisierungsvorrichtung erzeugt wird. Dieses Feld wirkt auf den ungeschützten Magneten 5 ein und polt diesen, da es größer als H<sub>s5</sub> ist, vollständig um. Gleichzeitig wird jedoch Spannung an den Ring 31 angelegt und ein Ringstrom im Luftspalt erzeugt, der einen entgegen gerichteten Feldstärkeverlauf gemäß H<sub>IIc</sub> erzeugt und innerhalb des Magneten 4 zu einem Feldstärkenverlauf H<sub>IIb</sub> führt. Da das innerhalb der Abschirmung erzeugte Magnetfeld unter der Grenze von H<sub>4</sub> bleibt, erfolgt keine Schwächung des Magneten 4 und beide Magnete erhalten im bereits zusammengebauten Zustand ihre entgegengesetzt gerichtete voll gesättigte Magnetisierung, wie sie in der Figur 7 gezeigt ist.

**[0057]** Weitere erfindungsgemäße Ausführungen eines Multimagneten sind in den Figuren 13 und 14 gezeigt. Die **Figur 13** zeigt den erfindungsgemäßen Multimagneten in der Ausführung mit zwei Kurzschlussringen 22 - oberhalb und im Außenrand der inneren Polplatte 3

- und 23 - unterhalb der äußeren Polplatte 1 - . Die Kurzschlussringe 22 und 23 bestehen vorzugsweise aus Aluminium, Kupfer oder Messing. Es ist aber auch möglich, dass der Kurzschlussring 22 sich oberhalb der äußeren Polplatte 1 befindet, und damit den gleichen oder ähnlichen inneren und äußeren Durchmesser wie der Kurzschlussring 23 hat.

**[0058]** Die **Figur 14** zeigt den erfindungsgemäßen Multimagneten in der Ausführung mit der sogenannten Kupferkappe 24 die wahlweise aus Aluminium, Kupfer oder Messing bestehen kann. In diesem Beispiel umschließt sie das Joch des Rückschlusses 6 bzw. T-Yoke, mit dem wahlweise eingesetzten NdFeB-Magneten 4 und seine innere Polplatte 3. Vorzugsweise hat die Kupferkappe in diesem Fall auch ein Loch entsprechend der Durchgangsbohrung 7 mit Phasen. Es ist aber auch denkbar die Kupferkappe 24 als ein Ring auszuführen, der die innere Polplatte 3 lediglich umschließt oder leicht über die Höhe nach unten und oben überdeckt.

**[0059]** Die **Figur 15** zeigt die mögliche Größeneinsparung des erfindungsgemäßen Multimagnetsystems gegenüber einem herkömmlichen Ferrit-Magnetsystems. Das Bezugszeichen 13 bezeichnet ein ausschließlich mit Ferrit-Magneten bestücktes Magnetsystem, während das Bezugszeichen 14 (schraffierte Fläche) das gleiche Magnetsystem, jedoch mit der erfindungsgemäßen Kombination aus verschiedenen Magnetarten im Querschnitt darstellt.

**[0060]** In den Figuren 16 bis 18 ist ein Größenvergleich der Magnetsysteme in Relation zur erreichbaren Feldstärke im Luftspalt gezeigt.

**[0061]** Die **Figur 16** zeigt einen Standard Ferrit-Magneten mit seinem Feldstärkeverlauf im über die Dicke im ringförmigen Luftspalt 30 gemessen.

**[0062]** Die **Figur 17** zeigt einen schon um ein Viertel in der Höhe bzw. Dicke reduzierten optimierten erfindungsgemäßen Multimagneten nach Figur 1, beispielhaft mit einem NdFeB-Magneten 4 und dünnerem Ferrit-Magneten 5, mit innerer Polplatte 3 und äußerer Polplatte 1 und seinem Feldstärkeverlauf, im über die Dicke im ringförmigen Luftspalt 2 gemessen. Dabei erkennt man einen wesentlich höheren und vor allem lineareren Verlauf als bei der Kurve in Figur 16.

**[0063]** Die **Figur 18** zeigt einen weit optimierten erfindungsgemäßen Multimagneten nach Figur 1, beispielhaft mit einem noch dünneren NdFeB-Magneten 4 und Ferritmagneten 5, mit innerer Polplatte 3 und äußerer Polplatte 1 und seinem Feldstärkeverlauf, im über die Dicke im ringförmigen Luftspalt 2 gemessen. Ziel war hier in etwa das gleich starke Feld wie in Figur 8 zu erzeugen. Dabei erkennt man dass der Verlauf immer noch deutlich linearer und etwas höher verläuft als bei dem Standardmagneten in Figur 8. Dies wird erreicht, obwohl nur die Hälfte des Volumens und Masse an magnetischem Material Verwendung findet.

**[0064]** Gemäß dem grundsätzlichen Erfindungsgedanken, wonach eine Verkleinerung des Magnetsystems, insbesondere für einen Lautsprecher, durch eine

Dauermagneteinheit aus einer miteinander verbundenen Kombination aus zumindest einem ersten Dauermagneten mit einer ersten magnetischen Remanenz und einem zweiten Dauermagneten mit einer zweiten magnetischen Remanenz erreicht wird, wobei die zweite magnetische Remanenz wesentlich größer ist, vorzugsweise mindestens doppelt so groß ist, wie die erste magnetische Remanenz, ist in den nachfolgenden Figuren 19-22 eine andere Variante eines erfindungsgemäßen Magnetsystems gezeigt.

**[0065]** Die **Figur 19** zeigt beispielhaft den erfindungsgemäßen Multimagneten als Topfmagnetsystem, mit dem topfartigen Rückschluss 12. Der Luftspalt 9 ergibt sich nun durch den Innendurchmesser des topfartigen Rückschlusses 12 gegenüber dem Außendurchmesser der Polplatte 10, die sich auf dem beispielsweise eingesetzten NdFeB-Magneten 11, der sich wiederum auf dem Ferrit-Magneten 29 befindet, der auch eine optionale Mittelbohrung 8 aufweist, die einerseits der Belüftung andererseits der besseren Führung des Feldlinienverlaufes im Luftspalt 9 des Systems dienen kann. Hierbei hat es sich als besonders günstig erwiesen, die Polplatte 10 etwas vorstehender und/oder höher auszuführen als die Höhe des topfartigen Rückschlusses 12.

**[0066]** Sollte das Magnetvolumen und vor allem der Durchmesser im Kern und Luftspalt 9 und damit auch der verwendete NdFeB-Magnet 11 mit seiner Polplatte 10 konstruktionsbedingt zu klein sein, kann es von Vorteil sein, keine Mittelbohrung 8 mit Phasen anzuwenden. Eine Senkung in Form der Phase wie bei der Mittelbohrung 8 kann unter Umständen dennoch einen Sinn ergeben, da auch mit einer Senkung in der Polplatte 10 und topfartigen Rückschluss 12 eine Verbesserung des Feldlinienverlaufes einhergeht.

**[0067]** Weiterhin hat es sich als besonders günstig erwiesen, den Außendurchmesser der Polplatte 10 größer als den Durchmesser des darunter befindlichen beispielsweise eingesetzten NdFeB-Magneten 11 und des Ferrit-Magneten 29 auszuführen. Die vorzugsweise ausgeführten Phasen an den Rändern des topfartigen Rückschlusses 12 bzw. Senkungen der Mittel- bzw. Durchbohrung dienen einerseits der Verbesserung des Feldlinienverlaufes und andererseits einem Vorbeugen der Geräuschentwicklung durch verdrängen bzw. durchströmen gasförmiger Medien, wie z.B. Luft.

**[0068]** Es kann je nach Größe und Anforderung des Systems auch günstiger sein, die Position des beispielsweise eingesetzten NdFeB-Magneten 11 und Ferrit-Magneten 29 in dem beispielhaft skizzierten Bereich umzudrehen, mittig oder beide Magnete weiter unten zu positionieren. In diesem Fall würde die Polplatte 10 entsprechend höher ausfallen bzw. unter bestimmten Bedingungen auch gänzlich entfallen können.

**[0069]** Die **Figur 20** zeigt eine Magnetisieruvorrichtung, wie sie bereits in den Figuren 5 bis 8 gezeigt wurde, in einer Ausführung als streufeldmagnetisierende Spule 20, mit der auch das erfindungsgemäße Magnetsystem gemäß Figur 19 magnetisiert werden kann, das wahlwei-

se z.B. mit NdFeB und Ferrit in der Mitte bestückt ist, und als Topfmagnetsystem ausgebildet ist. Dabei sollte zur Magnetisierung ein Streufeld größer 2000 kA/m eingesetzt werden.

**[0070]** Die **Figur 21** zeigt einen erfindungsgemäßen Multimagneten als Topfmagnet in der Ausführung mit zwei Kurzschlussringen 25 - oberhalb und im Außenrand der Polplatte 10 - und 26 - unterhalb den beispielhaft verwendeten NdFeB-Magneten 11 umschließend. Die Kurzschlussringe 25 und 26 bestehen vorzugsweise aus Aluminium, Kupfer oder Messing. Es ist aber auch möglich, dass der Kurzschlussring 25 sich oberhalb bzw. auf dem Rand des Topfes bzw. Rückschlusses 12 befinden kann.

**[0071]** Die **Figur 22** zeigt den erfindungsgemäßen Multimagneten als Topfmagnetsystem in der Ausführung mit der sogenannten Kupferkappe 27 die wahlweise aus Aluminium, Kupfer oder Messing bestehen kann. In diesem Beispiel umschließt sie den Ferrit-Magneten 29, den wahlweise eingesetzten NdFeB-Magneten 11 und seine Polplatte 10. Vorzugsweise hat die Kupferkappe in diesem Fall auch ein Loch entsprechend der Durchgangsbohrung 8 mit Phasen. Es ist auch hier möglich, die Kupferkappe 27 als ein Ring auszuführen, der die Polplatte 10 lediglich umschließt oder leicht über die Höhe nach unten und oben überdeckt.

**[0072]** Sollte das Magnetvolumen und vor allem der Durchmesser im Kern und Luftspalt 9 und damit auch der verwendete NdFeB-Magnet 11 mit seiner Polplatte 10 konstruktionsbedingt zu klein sein, kann es von Vorteil sein, keine Mittelbohrung 8 mit Phasen anzuwenden. Eine Senkung in Form der Phase wie bei der Mittelbohrung 8 kann unter Umständen dennoch einen Sinn ergeben, da auch mit einer Senkung in der Polplatte 10 und topfartigen Rückschluss 12 eine Verbesserung des Feldlinienverlaufes einhergeht.

**[0073]** Insgesamt wird mit der Erfindung also ein Magnetsystem mit mindestens einer Dauermagneteinheit, insbesondere zum Einsatz in einem Lautsprecher, vorgeschlagen, wobei die Dauermagneteinheit aus einer miteinander verbundenen Kombination aus zumindest einem ersten Dauermagneten mit einer ersten magnetischen Remanenz und einem zweiten Dauermagneten mit einer zweiten magnetischen Remanenz besteht und die zweite magnetische Remanenz wesentlich größer ist, vorzugsweise mindestens doppelt so groß ist, wie die erste magnetische Remanenz.

**[0074]** Weiterhin betrifft die Erfindung eine Magnetisierungsvorrichtung für ein solches Magnetsystem, das mit Hilfe zweier gleichzeitig durch getrennte Spulen betreibbare Jochsysteme zwei parallel und entgegengesetzt ausgerichtete Magnetfelder aufbauen können, wobei das erste Magnetfeld das zweite Magnetfeld wie ein dicker Zylindermantel einen innen liegenden Zylinder konzentrisch umschließt.

**[0075]** Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung und Magnetisierung des o.g. Magnetsystems mit der o.g. Magnetisierungsvorrichtung und einen Laut-

sprecher mit einem erfindungsgemäßen Magnetsystem.

**[0076]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0077]**

|          |                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | äußere Polplatte                                                                                  |
| 2        | Luftspalt                                                                                         |
| 3        | innere Polplatte                                                                                  |
| 4        | NdFeB-Magnet                                                                                      |
| 5        | Ferrit-Magnet                                                                                     |
| 6        | Rückschluss                                                                                       |
| 7        | Mittelbohrung/Mittelöffnung/Durchgangsbohrung                                                     |
| 8        | Mittelbohrung/Mittelöffnung/Durchgangsbohrung                                                     |
| 9        | Luftspalt                                                                                         |
| 10       | Polplatte                                                                                         |
| 11       | NdFeB-Magnet                                                                                      |
| 12       | Rückschluss                                                                                       |
| 13       | Magnetsystem gemäß Stand der Technik                                                              |
| 14       | Magnetsystem gemäß Erfindung                                                                      |
| 15       | Spule                                                                                             |
| 16       | Joch                                                                                              |
| 17       | Joch                                                                                              |
| 18       | Spule                                                                                             |
| 19       | Multimagnet                                                                                       |
| 20       | streuungsmagnetisierende Spule                                                                    |
| 22       | Kurzschlussring                                                                                   |
| 23       | Kurzschlussring                                                                                   |
| 24       | Kupferkappe                                                                                       |
| 25       | Kurzschlussring                                                                                   |
| 26       | Kurzschlussring                                                                                   |
| 27       | Kupferkappe                                                                                       |
| 28       | Multimagnet                                                                                       |
| 29       | Ferrit-Magnet                                                                                     |
| 30       | Luftspalt                                                                                         |
| 31       | Abschirmung / Ring / Kappe                                                                        |
| 32       | Spalt                                                                                             |
| I        | erster Schritt der Magnetisierung                                                                 |
| II       | zweiter Schritt der Magnetisierung                                                                |
| H        | magnetische Feldstärke                                                                            |
| H4, H5   | maximale Feldstärke ab der die Magnete 4 und 5 irreversible Verluste der Magnetisierung entstehen |
| Hs4, Hs5 | Sättigungsfeldstärke der Magnete 4 und 5 ab der eine vollständige Magnetisierung eintritt         |
| HI       | Verlauf der magnetischen Feldstärke im Schritt I                                                  |
| HIIa     | Verlauf der magnetischen Feldstärke im Schritt II in einem ersten Magneten                        |
| HIIb     | Verlauf der magnetischen Feldstärke im                                                            |

|      |                                        |
|------|----------------------------------------|
|      | Schritt II in einem zweiten Magneten   |
| HIIC | Verlauf der magnetischen Feldstärke im |
|      | Schritt II durch induzierten Ringstrom |
| M    | Magnetisierung                         |

5

### Patentansprüche

1. Magnetsystem eines Lautsprechers mit mindestens einer Dauermagneteinheit, wobei die Dauermagneteinheit aus einer miteinander verbundenen Kombination aus zwei Dauermagneten besteht und die Magnetisierung beider Dauermagnete bezüglich der gemeinsamen Symmetrieachse gegengerichtet ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauermagneteinheit aus einem ersten Dauermagneten (5) aus einem ersten Material mit einer ersten magnetischen Remanenz und einem zweiten Dauermagneten (4) aus einem zweiten Material mit einer zweiten magnetischen Remanenz besteht, wobei:
  - die zweite magnetische Remanenz größer ist als die erste magnetische Remanenz.
2. Magnetsystem eines Lautsprechers gemäß dem voranstehenden Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest aufweisend:
  - 2.1. den ersten Dauermagneten (5) mit der ersten magnetischen Remanenz und einer damit verbundenen ersten Polplatte (1),
  - 2.2. den zweiten Dauermagneten (4) mit der zweiten magnetischen Remanenz und einer damit verbundenen zweiten Polplatte (3),
  - 2.3. einen Rückschluss (6) zwischen dem ersten Dauermagneten (5) und dem zweiten Dauermagneten (4),
  - 2.4. und einen Luftspalt (2) zur Ausbildung eines hohen Magnetflusses zwischen der ersten Polplatte (1) und der zweiten Polplatte (3).
3. Magnetsystem eines Lautsprechers gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite magnetische Remanenz mindestens doppelt so hoch ist wie die erste magnetische Remanenz.
4. Magnetisierungsvorrichtung für ein Magnetsystem eines Lautsprechers gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 3, aufweisend:
  - 4.1. eine erste Magnetspule (15) mit einem ersten Joch (16), das mit einem Schenkel die erste Magnetspule (15) durchdringt und einen zweiten offenen Schenkel mit zwei Enden, die einen ersten Luftspalt bilden, aufweist,
  - 4.2. eine zweite Magnetspule (18) mit einem

zweiten Joch (17), das mit einem Schenkel die zweite Magnetspule (18) durchdringt und durch zwei ringförmig parallel zueinander ausgebildete Enden einen ringförmigen Luftspalt ausbildet, 4.3. wobei die ringförmig ausgebildeten Enden des zweiten Jochs (17) jeweils eine koaxiale Öffnung aufweisen, in welche die Enden des ersten Jochs (16) eingreifen, so dass ein gemeinsamer Luftspalt entsteht, in den ein gegenläufig zu magnetisierendes Magnetsystem eingesetzt werden kann.

5. Verfahren zur Herstellung eines Magnetsystems eines Lautsprechers gemäß einem der voranstehenden Patentansprüche 1 bis 3 unter Verwendung einer Magnetisierungsvorrichtung gemäß dem Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die folgenden Herstellungsschritte ausgeführt werden:
  - 5.1. Zusammenbau eines Magnetsystems aus einem ersten und einem zweiten noch nicht vormagnetisierten jeweils rotationssymmetrischen Dauermagneten (5, 4),
  - 5.2. Einsetzen des Magnetsystems in die Magnetisierungsvorrichtung,
  - 5.3. gleichzeitige axiale Magnetisierung der Dauermagneten (5, 4), und
  - 5.4. Entnehmen des Magnetsystems mit axial gegenläufig magnetisierten Dauermagneten (5, 4).
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei bei der Magnetisierungsvorrichtung die Dauermagnete (5, 4) bezüglich ihrer Symmetrieachse koaxial zueinander auf unterschiedlichen Durchmessern und durch einen Luftspalt (2) zueinander getrennt angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - 6.1. die Magnetisierungsvorrichtung gleichzeitig für jeden Dauermagneten (5, 4) jeweils ein Magnetfeld erzeugen kann, wobei beide Magnetfelder axial gegenläufig ausgerichtet sind, und
  - 6.2. die Dauermagnete (5, 4) gleichzeitig axial gegenläufig durch kurzzeitiges Einschalten der Magnetisierungsvorrichtung magnetisiert werden.
7. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 5 bis 6, wobei die Magnetisierungsvorrichtung im Inneren ein axial in die gleiche Grundrichtung (=nicht gegenläufig) ausgerichtetes Magnetfeld erzeugt und die Dauermagnete (5, 4) bezüglich ihrer Symmetrieachse koaxial zueinander auf unterschiedlichen Durchmessern und durch einen Luftspalt (2) zueinander getrennt angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - 7.1. die gleichzeitige Magnetisierung der beiden

Dauermagneten (4, 5) in einer ersten axialen Ausrichtung erfolgt, und

7.2. eine gleichzeitige Beaufschlagung der beiden Dauermagneten (4, 5) durch ein in axialer Richtung gegenläufiges Magnetfeld mit einer Feldstärke erfolgt, welche den ersten Magneten (4) nicht ummagnetisiert, jedoch den zweiten Magneten (5) entgegengerichtet zu seiner ersten Magnetisierung ummagnetisiert.

8. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 5 bis 6 wobei die Magnetisierungsvorrichtung im Inneren ein axial in die gleiche Grundrichtung (=nicht gegenläufig) ausgerichtetes Magnetfeld erzeugt, und die Dauermagneten (5, 4) bezüglich ihrer Symmetrieachse coaxial zueinander auf unterschiedlichen Durchmessern und durch einen Luftspalt (2) zueinander getrennt angeordnet und sind,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

8.1. die gleichzeitige Magnetisierung der beiden Dauermagneten (4, 5) in einer ersten axialen Ausrichtung erfolgt,

8.2. ein Abschirmen des ersten Magneten (4) durch Einsetzen einer elektrisch leitfähigen Abschirmung (24) zumindest im Luftspalt (9) erfolgt, und

8.3. eine gleichzeitige Beaufschlagung der beiden Dauermagneten (4, 5) durch ein in axialer Richtung gegenläufiges Magnetfeld mit zeitlich sich verändernder Feldstärke durch kurzzeitiges Einschalten einer Magnetspule der Magnetisierungsvorrichtung erfolgt, wobei die Magnetfeldstärke im zweiten, nicht abgeschirmten Magneten (5) geringer ist als im ersten Magneten (4).

9. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Patentsprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der ersten Magnetisierung und vor der zweiten Magnetisierung der erste Magnet (4) durch Einsetzen eines elektrisch leitfähigen Rings (24) im Luftspalt (9) oder einer elektrisch leitfähigen Kappe, die zumindest teilweise in den Luftspalt (9) hineinreicht, abgeschirmt wird.

10. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Patentsprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der ersten Magnetisierung und vor der zweiten Magnetisierung der erste Magnet (4) ein elektrisch leitfähiger, in axialer Richtung gespaltener Ring (24) im Luftspalt (9) eingesetzt wird und durch Zufuhr eines Stromstoßes während der zweiten Magnetisierung das externe Magnetfeld abgeschwächt wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Magnetisierungsvorrichtung im Inneren ein axial in die glei-

che Grundrichtung (=nicht gegenläufig) ausgerichtetes Magnetfeld erzeugt und

der erste Dauermagnet (5) eine Sättigungsfeldstärke ( $H_{s5}$ ) aufweist, die kleiner ist als die maximale Feldstärke ( $H_4$ ), ab der irreversible Verluste der Magnetisierung des zweiten Dauermagneten (4) entstehen,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

11.1. die gleichzeitige Magnetisierung der beiden Dauermagneten (4, 5) in einer ersten axialen Ausrichtung mit einer Feldstärke erfolgt, die größer als die Sättigungsfeldstärke ( $H_{s4}$ ) des zweiten Dauermagneten (4) ist, und

11.2. die gleichzeitige Beaufschlagung der beiden Dauermagneten (4, 5) durch ein in axialer Richtung gegenläufiges Magnetfeld mit einer Feldstärke erfolgt, die größer als die Sättigungsfeldstärke ( $H_{s5}$ ) und kleiner als die maximale Feldstärke ( $H_4$ ), ab der irreversible Verluste der Magnetisierung des zweiten Dauermagneten (4) entstehen.

12. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Magnetisierungsvorrichtung einen im Querschnitt L-förmig ausgebildeten Rückschluss (12) aufweist, wobei die Dauermagneten (29, 11) coaxial und übereinander angeordnet und unmittelbar miteinander verbunden sind und zwischen Rückschluss (12) und den Dauermagneten (29, 11) ein Luftspalt (9) gebildet ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

12.1. die Magnetisierungsvorrichtung gleichzeitig für die Dauermagneten (29, 11) einerseits und den Rückschluss (12) andererseits jeweils ein Magnetfeld erzeugen kann, wobei beide Magnetfelder axial gegenläufig ausgerichtet sind und ein Magnetfeld auf die Dauermagneten (29, 11) wirkt und ein Magnetfeld auf einen Schenkel des Rückschlusses (12) wirkt.

## Claims

1. Magnet system for a loudspeaker comprising at least one permanent magnet unit, wherein the permanent magnet unit consists of an interconnected combination of two permanent magnets and the magnetization of both permanent magnets is designed to be aligned in opposite directions with respect to the common axis of symmetry,

**characterized in that**

the permanent magnet unit consists of a first permanent magnet (5) composed of a first material having a first magnetic remanence and a second permanent magnet (4) composed of a second material having a second magnetic remanence, wherein:

- the second magnetic remanence is greater

- than the first magnetic remanence.
2. Magnet system for a loudspeaker according to preceding Patent Claim 1, **characterized in that** it comprises at least:
    - 2.1. the first permanent magnet (5) having the first magnetic remanence and a first pole plate (1) connected thereto,
    - 2.2. the second permanent magnet (4) having the second magnetic remanence and a second pole plate (3) connected thereto,
    - 2.3. a return path (6) between the first permanent magnet (5) and the second permanent magnet (4),
    - 2.4. and an air gap (2) for forming a high magnetic flux between the first pole plate (1) and the second pole plate (3).
  3. Magnet system for a loudspeaker according to either of preceding Patent Claims 1 and 2, **characterized in that** the second magnetic remanence is at least twice as high as the first magnetic remanence.
  4. Magnetizing device for a magnet system for a loudspeaker according to one of preceding Claims 1 to 3, comprising:
    - 4.1. a first magnet coil (15) having a first yoke (16), which penetrates through the first magnetic coil (15) with one limb and comprises a second, open limb having two ends that form a first air gap,
    - 4.2. a second magnet coil (18) having a second yoke (17), which penetrates through the second magnet coil (18) with one limb and forms a ring-shaped air gap by means of two ends that are formed in a ring-shaped fashion parallel to one another,
    - 4.3. wherein the ends of the second yoke (17) that are formed in a ring-shaped fashion in each case have a coaxial opening into which the ends of the first yoke (16) engage, such that a common air gap arises, into which a magnet system to be magnetized in opposite directions can be inserted.
  5. Method for producing a magnet system for a loudspeaker according to one of preceding Patent Claims 1 to 3 using a magnetizing device according to Claim 4, **characterized in that** the following production steps are carried out:
    - 5.1. assembling a magnet system composed of a first and a second not yet premagnetized, in each case rotationally symmetrical permanent magnet (5, 4),
    - 5.2. inserting the magnet system into the magnetizing device,
    - 5.3. simultaneously magnetizing the permanent magnets (5, 4) axially, and
    - 5.4. removing the magnet system having permanent magnets (5, 4) magnetized axially in opposite directions.
  6. Method according to Claim 5, wherein, in the magnetizing device, the permanent magnets (5, 4) are arranged coaxially with respect to one another on different diameters with regard to their axis of symmetry and in a manner separated with respect to one another by an air gap (2), **characterized in that**
    - 6.1. the magnetizing device can generate a respective magnetic field for each permanent magnet (5, 4), wherein both magnetic fields are aligned axially opposite to one another, and
    - 6.2. the permanent magnets (5, 4) are magnetized simultaneously in axially opposite fashion by momentarily switching on the magnetizing device.
  7. Method according to either of preceding Claims 5 and 6, wherein the magnetizing device generates in the interior a magnetic field aligned axially in the same basic direction (= not in opposite directions) and the permanent magnets (5, 4) are arranged coaxially with respect to one another on different diameters with regard to their axis of symmetry and in a manner separated with respect to one another by an air gap (2), **characterized in that:**
    - 7.1. the simultaneous magnetization of the two permanent magnets (4, 5) takes place in a first axial alignment, and
    - 7.2. simultaneous application to the two permanent magnets (4, 5) of a magnetic field which is in opposite directions in the axial direction takes place with a field strength which does not reverse the magnetization of the first magnet (4), but reverses the magnetization of the second magnet (5) in the opposite direction to its first magnetization.
  8. Method according to either of preceding Claims 5 and 6, wherein the magnetizing device generates in the interior a magnetic field aligned axially in the same basic direction (= not in opposite directions), and the permanent magnets (5, 4) are arranged coaxially with respect to one another on different diameters with regard to their axis of symmetry and in a manner separated with respect to one another by an air gap (2), **characterized in that**
    - 8.1. the simultaneous magnetization of the two permanent magnets (4, 5) takes place in a first

axial alignment,

8.2. shielding of the first magnet (4) takes place by inserting an electrically conductive shield (24) at least in the air gap (9), and

8.3. simultaneous application to the two permanent magnets (4, 5) of a magnetic field which is in opposite directions in the axial direction and has a field strength that varies over time takes place by momentarily switching on a magnet coil of the magnetizing device, wherein the magnetic field strength in the second, non-shielded magnet (5) is lower than that in the first magnet (4).

9. Method according to one of preceding Patent Claims 5 to 8, **characterized in that** after the first magnetizing and before the second magnetizing the first magnet (4) is shielded by the insertion of an electrically conductive ring (24) in the air gap (9) or an electrically conductive cap that extends at least partly into the air gap (9).

10. Method according to one of preceding Patent Claims 5 to 8, **characterized in that** after the first magnetizing and before the second magnetizing the first magnet (4) an electrically conductive ring (24) split in the axial direction is inserted in the air gap (9) and the external magnetic field is attenuated by the supply of a current surge during the second magnetizing.

11. Method according to Claim 5, wherein the magnetizing device generates in the interior a magnetic field aligned axially in the same basic direction (= not in opposite directions) and the first permanent magnet (5) has a saturation field strength ( $H_{s5}$ ) which is less than the maximum field strength ( $H_4$ ) starting from which irreversible losses of the magnetization of the second permanent magnet (4) arise, **characterized in that**

11.1. the simultaneous magnetizing of the two permanent magnets (4, 5) in a first axial alignment takes place with a field strength which is greater than the saturation field strength ( $H_{s4}$ ) of the second permanent magnet (4), and

11.2. the simultaneous application to the two permanent magnets (4, 5) of a magnetic field which is in opposite directions in the axial direction takes place with a field strength which is greater than the saturation field strength ( $H_{s5}$ ) and less than the maximum field strength ( $H_4$ ) starting from which irreversible losses of the magnetization of the second permanent magnet (4) arise.

12. Method according to Claim 5, wherein the magnetizing device has a return path (12) formed in an L-shaped fashion in cross section, wherein the permanent magnets (29, 11) are arranged coaxially and

one above another and are directly connected to one another, and an air gap (9) is formed between the return path (12) and the permanent magnets (29, 11), **characterized in that**

12.1. the magnetizing device can generate a magnetic field in each case simultaneously for the permanent magnets (29, 11), on the one hand, and the return path (12), on the other hand, wherein both magnetic fields are aligned axially in opposite directions and one magnetic field acts on the permanent magnets (29, 11) and one magnetic field acts on a limb of the return path (12).

## 15 Revendications

1. Système magnétique d'un haut-parleur doté d'au moins une unité à aimant permanent, l'unité à aimant permanent étant composée d'une combinaison de deux aimants permanents reliés ensemble, et la magnétisation des deux aimants permanents étant réalisée en contresens par rapport à l'axe de symétrie commun,

### caractérisé en ce que

l'unité à aimant permanent est composée d'un premier aimant permanent (5) d'un premier matériau ayant une première rémanence magnétique et d'un deuxième aimant permanent (4) d'un deuxième matériau ayant une deuxième rémanence magnétique, dans lequel :

- la deuxième rémanence magnétique est supérieure à la première rémanence magnétique.

2. Système magnétique d'un haut-parleur selon la revendication précédente 1, **caractérisé en ce qu'il** présente au moins :

2.1. le premier aimant permanent (5) ayant la première rémanence magnétique et une première joue magnétique (1) reliée à celui-ci,

2.2. le deuxième aimant permanent (4) ayant la deuxième rémanence magnétique et une deuxième joue magnétique (3) reliée à celui-ci,

2.3. un retour (6) entre le premier aimant permanent (5) et le deuxième aimant permanent (4),

2.4. et un entrefer (2) pour réaliser un flux magnétique élevé entre la première joue magnétique (1) et la deuxième joue magnétique (3).

3. Système magnétique d'un haut-parleur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 et 2, **caractérisé en ce que** la deuxième rémanence magnétique est au moins deux fois supérieure à la première rémanence magnétique.

4. Dispositif de magnétisation pour un système magné-

tique d'un haut-parleur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 3, présentant :

- 4.1. une première bobine magnétique (15) dotée d'une première culasse (16) qui pénètre dans la première bobine magnétique (15) avec une branche et présente une deuxième branche ouverte dotée de deux extrémités qui forment un premier entrefer,
- 4.2. une deuxième bobine magnétique (18) dotée d'une deuxième culasse (17) qui pénètre dans la deuxième bobine magnétique (18) avec une branche et réalise un entrefer annulaire par deux extrémités réalisées en forme d'anneau en parallèle l'une à l'autre,
- 4.3. les extrémités réalisées en forme d'anneau de la deuxième culasse (17) présentant respectivement une ouverture coaxiale dans laquelle viennent en prise les extrémités de la première culasse (16) de sorte qu'un entrefer commun est créé dans lequel on peut insérer un système magnétique à magnétiser en sens opposé.

5. Procédé de fabrication d'un système magnétique d'un haut-parleur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 3 utilisant un dispositif de magnétisation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les étapes de fabrication suivantes sont exécutées :

- 5.1. l'assemblage d'un système magnétique à partir d'un premier et d'un deuxième aimant permanent (5, 4) non prémagnétisés, respectivement à symétrie de révolution,
- 5.2. l'insertion du système magnétique dans le dispositif de magnétisation,
- 5.3. la magnétisation axiale simultanée des aimants permanents (5, 4), et
- 5.4. l'extraction du système magnétique doté d'aimants permanents (5, 4) magnétisés axialement en sens opposé.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel, sur le dispositif de magnétisation, les aimants permanents (5, 4) sont disposés par rapport à leur axe de symétrie coaxialement l'un par rapport à l'autre sur différents diamètres et en étant séparés l'un de l'autre par un entrefer (2),

**caractérisé en ce que**

- 6.1. le dispositif de magnétisation peut générer en même temps pour chaque aimant permanent (5, 4) respectivement un champ magnétique, les deux champs magnétiques étant orientés axialement en sens opposé, et
- 6.2. les aimants permanents (5, 4) sont magnétisés en même temps axialement en sens opposé par une brève mise sous tension du dis-

positif de magnétisation.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 5 et 6, dans lequel le dispositif de magnétisation génère à l'intérieur un champ magnétique orienté axialement dans la même direction de base (= dans le même sens), et les aimants permanents (5, 4) sont par rapport à leur axe de symétrie disposés coaxialement l'un par rapport à l'autre sur différents diamètres et en étant séparés l'un de l'autre par un entrefer (2),

**caractérisé en ce que**

- 7.1. la magnétisation simultanée des deux aimants permanents (4, 5) est effectuée dans une première orientation axiale, et
- 7.2. une sollicitation simultanée des deux aimants permanents (4, 5) est effectuée par un champ magnétique en sens opposé dans la direction axiale ayant une intensité de champ qui ne démagnétise pas le premier aimant (4) mais démagnétise le deuxième aimant (5) à l'opposé à sa première magnétisation.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 5 et 6, dans lequel le dispositif de magnétisation génère à l'intérieur un champ magnétique orienté axialement dans la même direction de base (= dans le même sens), et les aimants permanents (5, 4) sont par rapport à leur axe de symétrie disposés coaxialement l'un à l'autre sur différents diamètres et en étant séparés l'un de l'autre par un entrefer (2),

**caractérisé en ce que**

- 8.1. la magnétisation simultanée des deux aimants permanents (4, 5) est effectuée dans une première orientation axiale,
- 8.2. un blindage du premier aimant (4) est effectué par la mise en œuvre d'un blindage électriquement conducteur (24) au moins dans l'entrefer (9), et
- 8.3. une sollicitation simultanée des deux aimants permanents (4, 5) est effectuée par un champ magnétique en sens opposé dans la direction axiale, ayant une intensité de champ variable dans le temps, par une brève mise sous tension d'une bobine magnétique du dispositif de magnétisation, l'intensité de champ magnétique dans le deuxième aimant (5) non blindé étant inférieure à celle dans le premier aimant (4).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 5 à 8, **caractérisé en ce qu'**après la première magnétisation et avant la deuxième magnétisation, le premier aimant (4) est blindé par l'insertion d'un anneau électriquement conducteur (24)

dans l'entrefer (9) ou d'un capuchon électriquement conducteur qui entre au moins en partie dans l'entrefer (9).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 5 à 8, **caractérisé en ce qu'**après la première magnétisation et avant la deuxième magnétisation du premier aimant (4), un anneau électriquement conducteur (24), fendu dans la direction axiale, est inséré dans l'entrefer (9), et le champ magnétique externe est atténué par l'arrivée d'une pointe de surtension pendant la deuxième magnétisation. 5  
10
  
11. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le dispositif de magnétisation génère à l'intérieur un champ magnétique orienté axialement dans la même direction de base (= dans le même sens), et le premier aimant permanent (5) présente une intensité de champ de saturation (Hs5) qui est inférieure à l'intensité de champ maximale (H4) à partir de laquelle des pertes irréversibles de la magnétisation du deuxième aimant permanent (4) surviennent, **caractérisé en ce que** 15  
20  
25
  - 11.1. la magnétisation simultanée des deux aimants permanents (4, 5) est effectuée dans une première orientation axiale avec une intensité de champ qui est supérieure à l'intensité de champ de saturation (Hs4) du deuxième aimant permanent (4), et 30
  - 11.2. la sollicitation simultanée des deux aimants permanents (4, 5) est effectuée par un champ magnétique en sens opposé dans la direction axiale avec une intensité de champ qui est inférieure à l'intensité de champ de saturation (Hs5) et inférieure à l'intensité de champ maximale (H4) à partir de laquelle des pertes irréversibles de la magnétisation du deuxième aimant permanent (4) surviennent. 35  
40
  
12. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le dispositif de magnétisation présente un retour (12) réalisé avec une section transversale en forme de L, les aimants permanents (29, 11) étant disposés coaxialement et l'un au-dessus de l'autre et reliés directement l'un à l'autre, et un entrefer (9) étant formé entre le retour (12) et l'aimant permanent (29, 11), **caractérisé en ce que** 45  
50
  - 12.1. le dispositif de magnétisation peut générer respectivement un champ magnétique en même temps pour les aimants permanents (29, 11) d'une part et le retour (12) d'autre part, les deux champs magnétiques étant orientés axialement en sens opposé, et un champ magnétique agissant sur les aimants permanents (29, 11), et un champ magnétique agissant sur une branche du retour (12). 55

Fig. 1

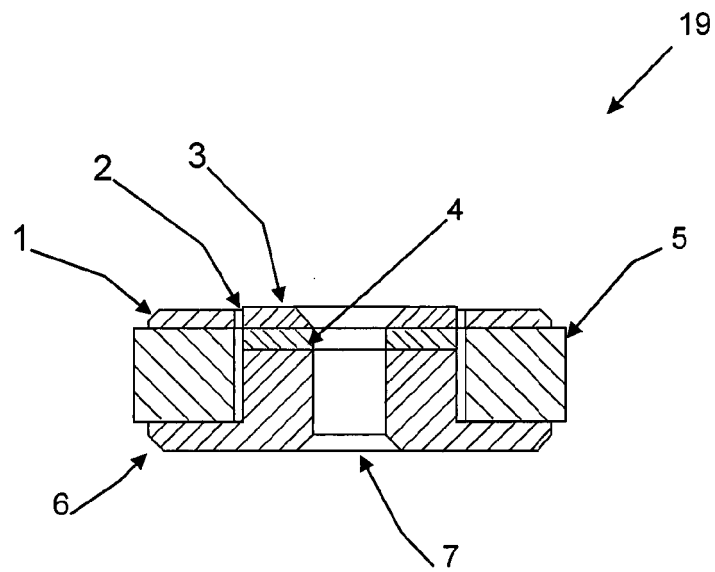


Fig. 2

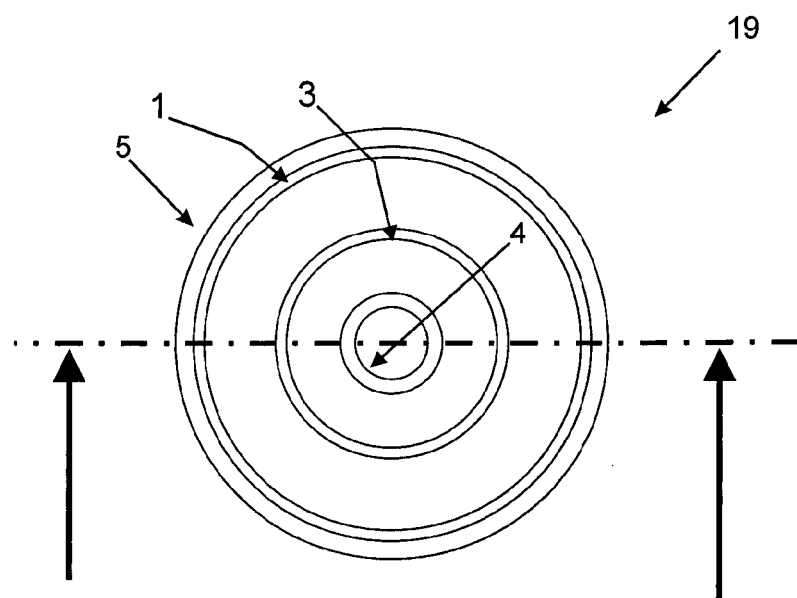


Fig. 3

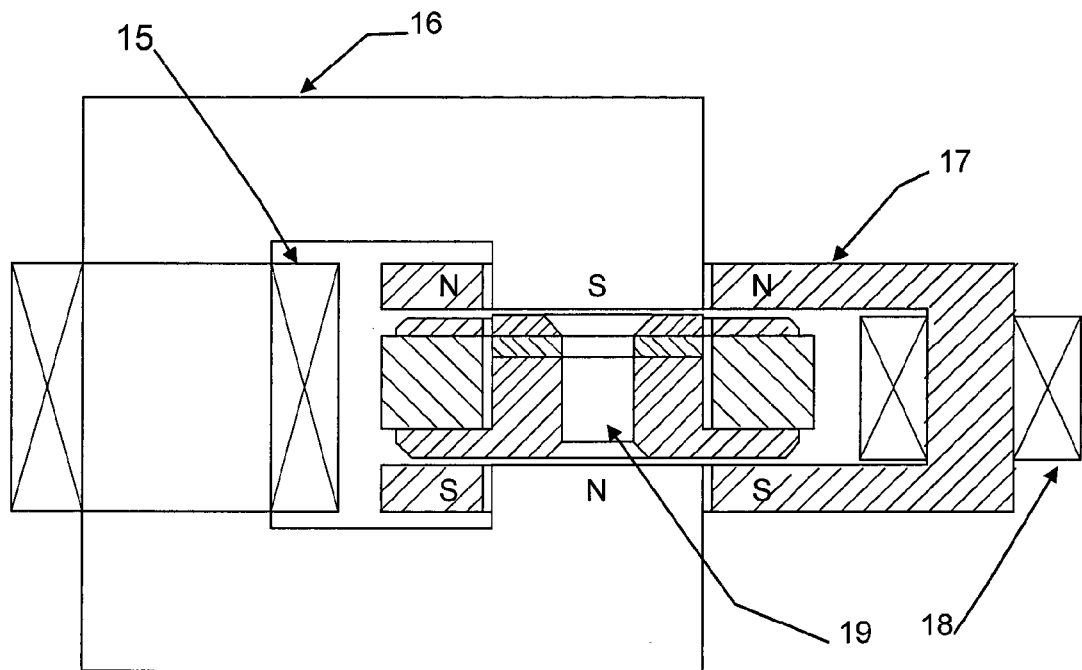


Fig. 4

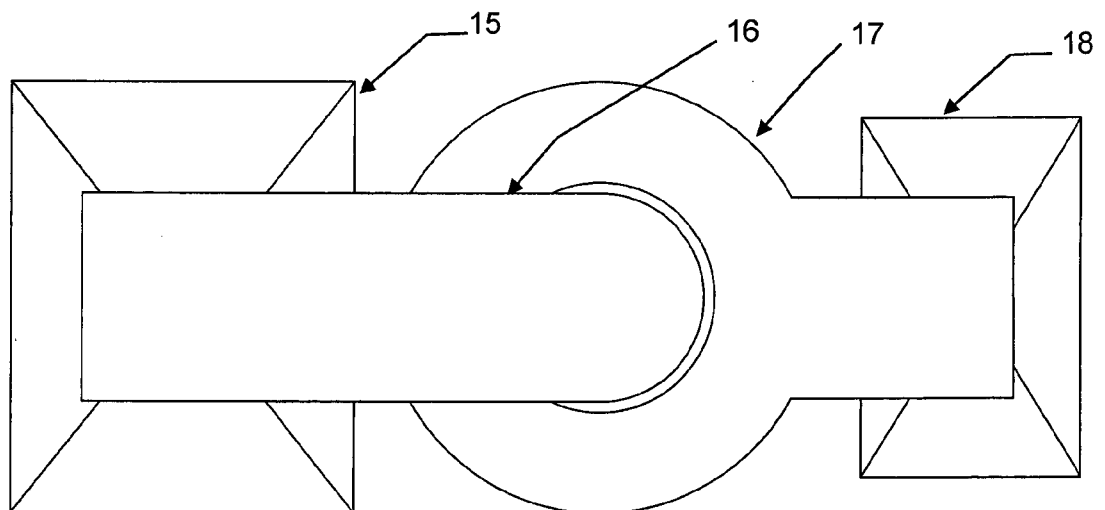


Fig. 5

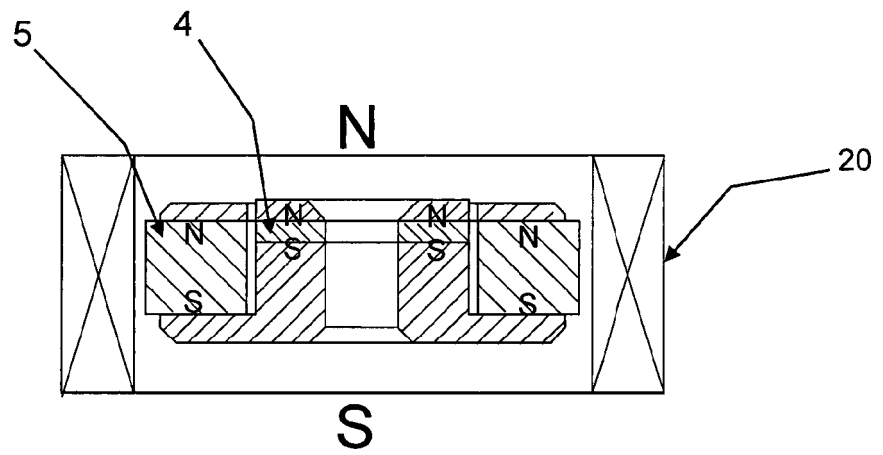


Fig. 6

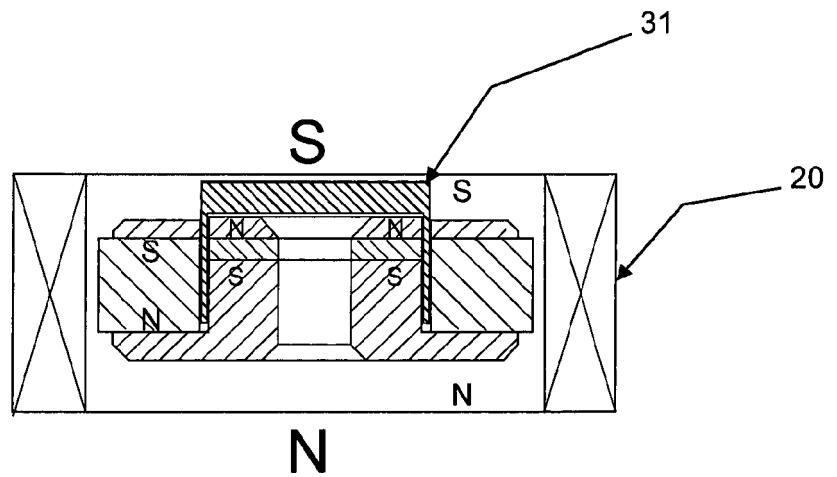


Fig. 7

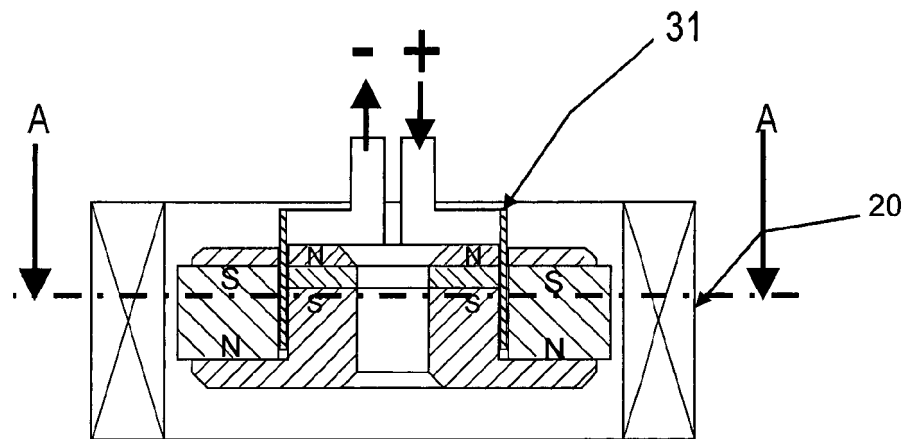


Fig. 8

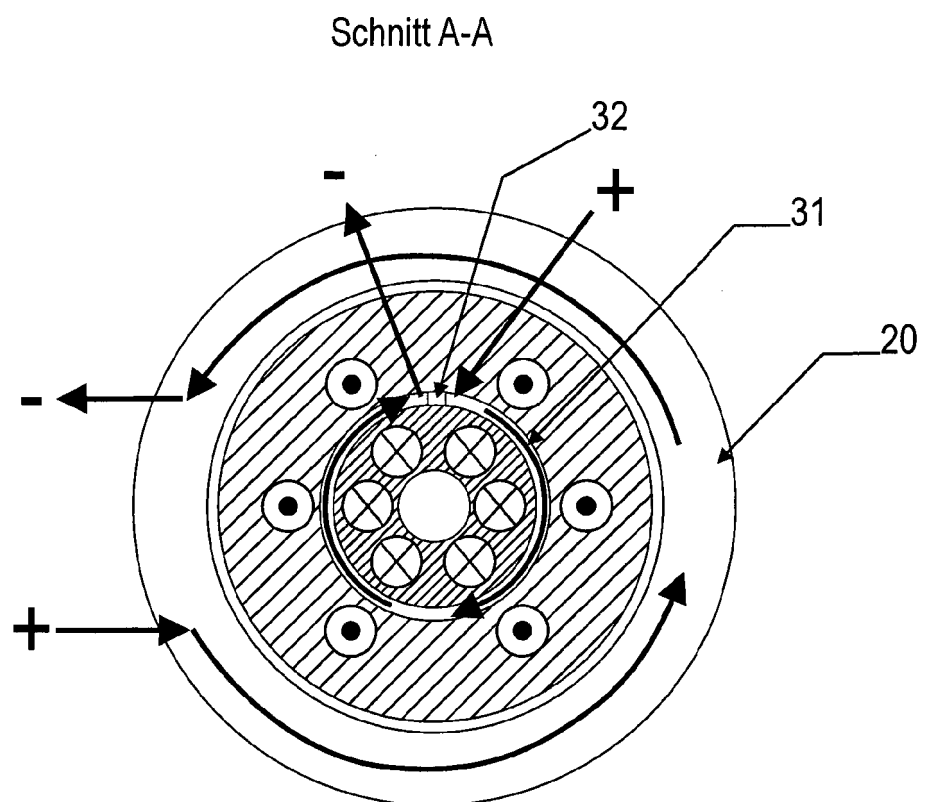


Fig. 9

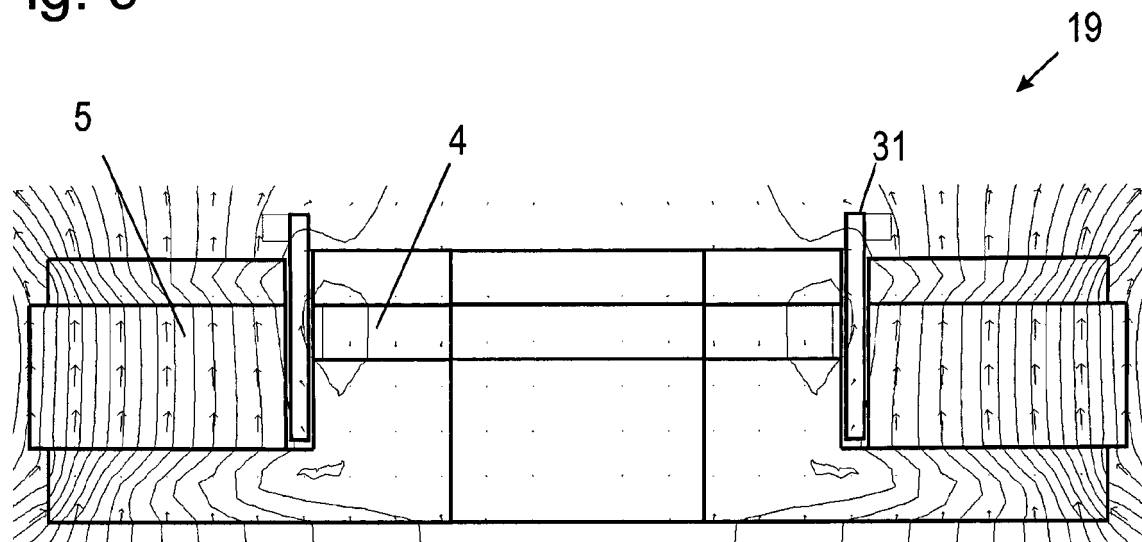


Fig. 10

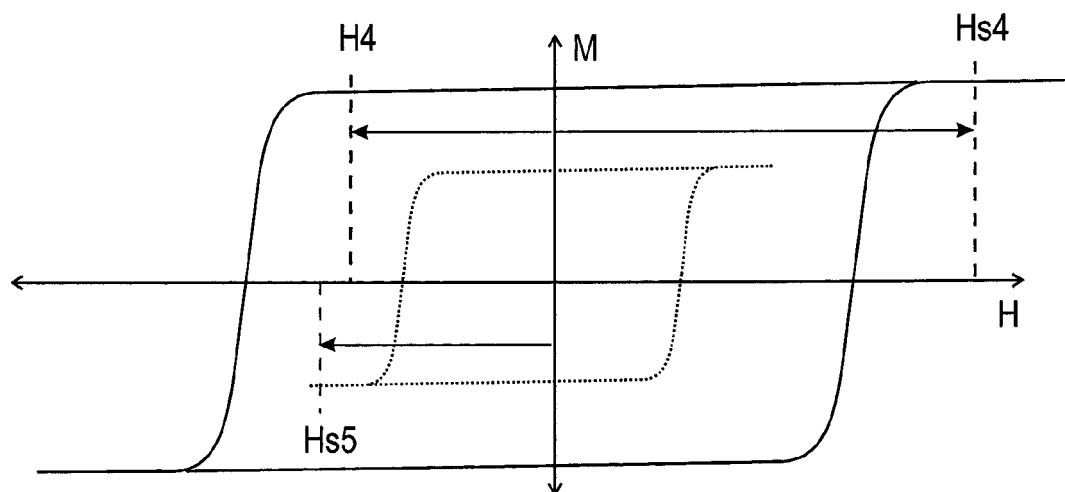


Fig. 11

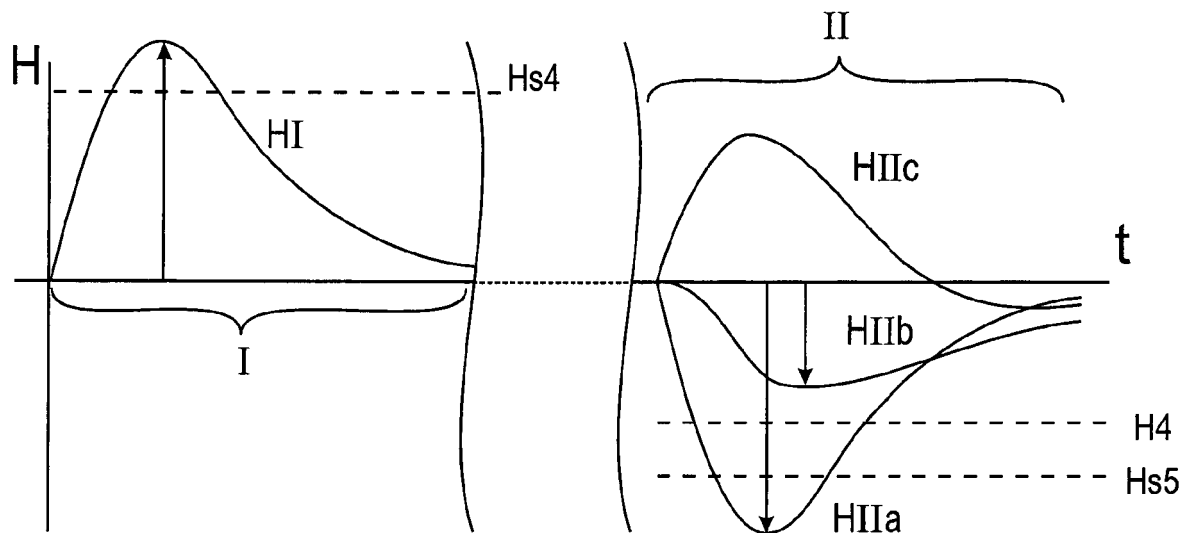


Fig. 12

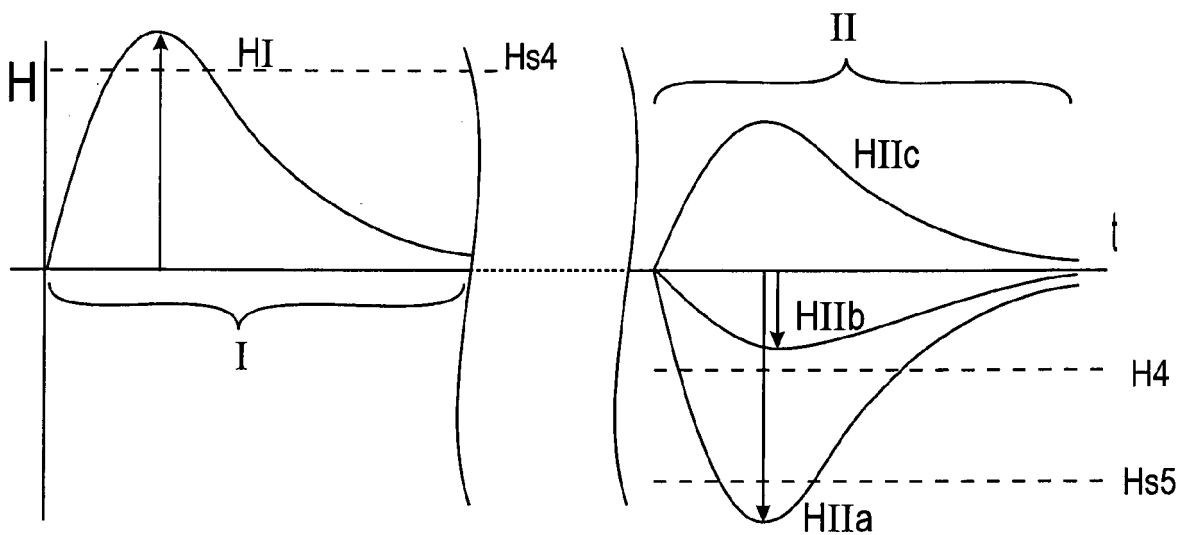


Fig. 13

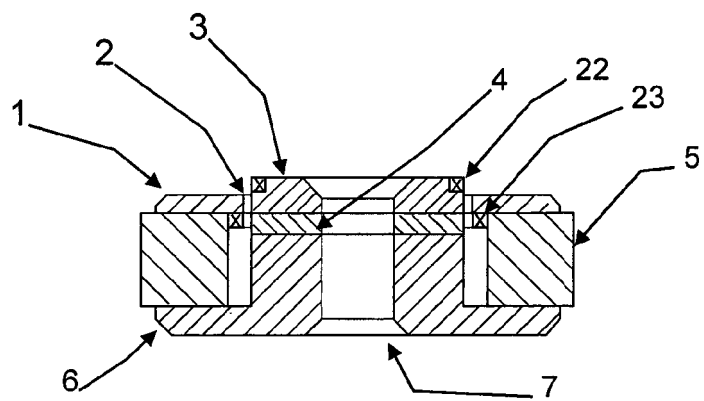


Fig. 14

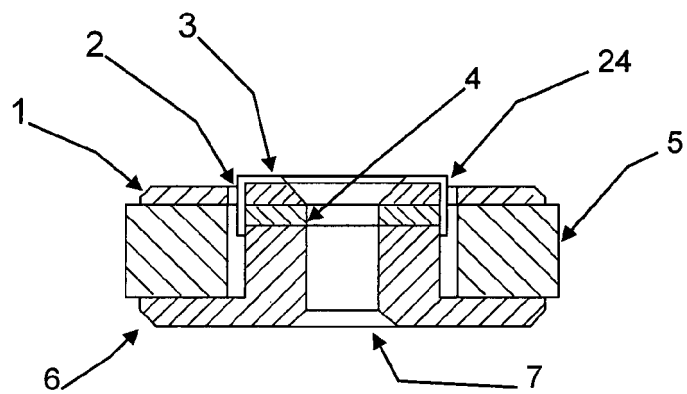


Fig. 15

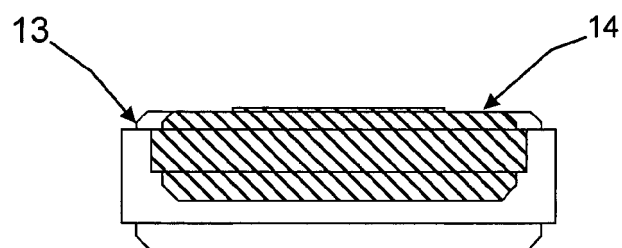


Fig. 16

Stand der Technik

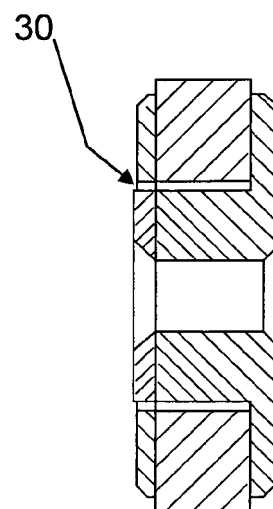
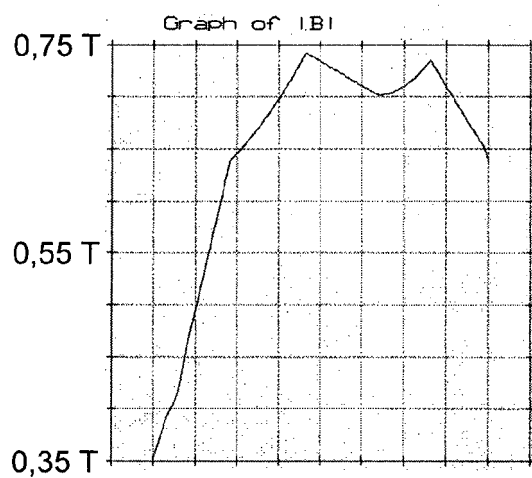


Fig. 17

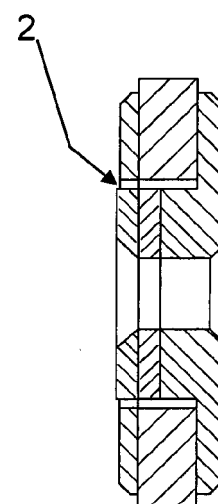
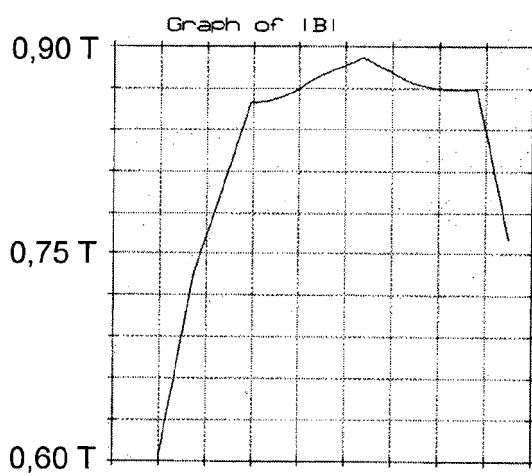


Fig. 18

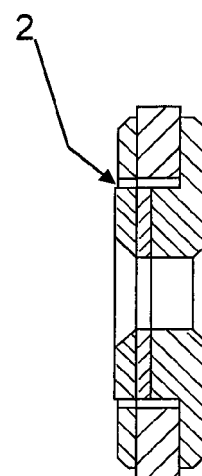
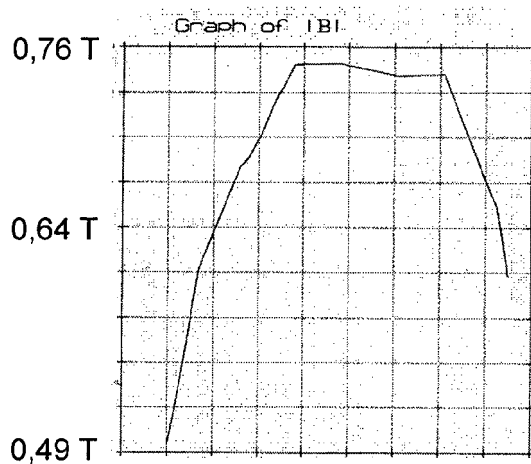


Fig. 19

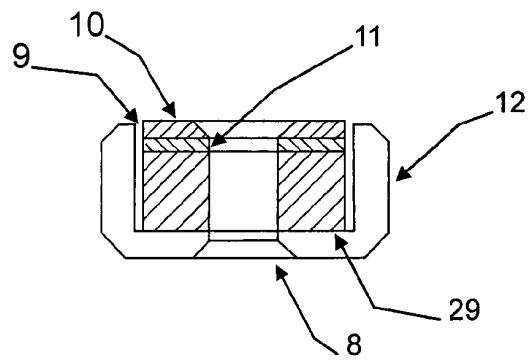


Fig. 20

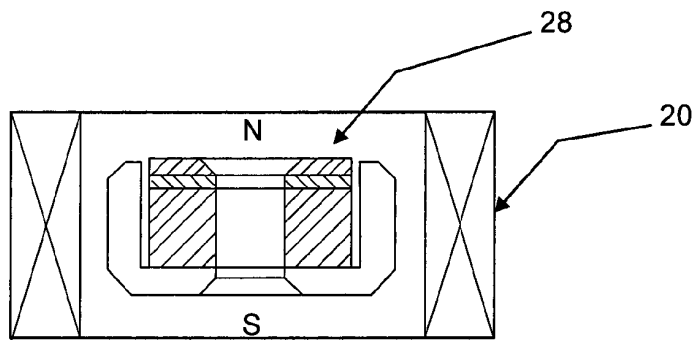


Fig. 21

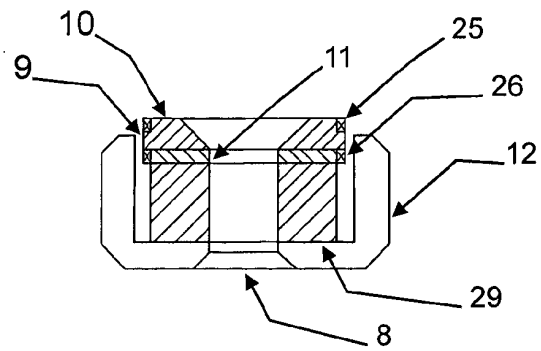
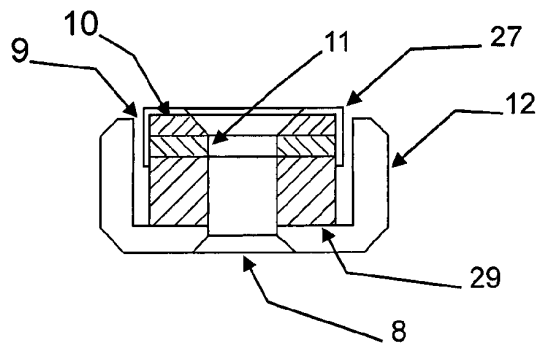


Fig. 22



**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**

- US 2004131223 A1 [0004]