



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 53 343 B3** 2005.08.25

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 53 343.5**

(22) Anmeldetag: **14.11.2003**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **25.08.2005**

(51) Int Cl.7: **G01R 33/422**
G01R 33/36, G01R 33/34

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

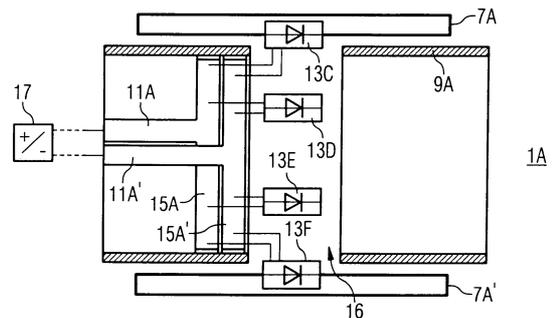
(71) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
**Nistler, Jürgen, 91056 Erlangen, DE; Renz,
 Wolfgang, Dr., 91052 Erlangen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 44 22 639 C1
DE 102 28 827 A1
DE 44 14 371 A1

(54) Bezeichnung: **Magnetresonanzgerät mit einem auf einem Bezugspotential liegenden Hochfrequenzschirm**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Magnetresonanzgerät (1, 1A, m 1B) mit einem auf einem Bezugspotential liegenden Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B), einer Verstimmerschaltung (13A, ...13F) und einer ersten elektrischen Leitung, welche mit der Verstimmerschaltung (13A, ...13F) verbunden ist, wobei die erste elektrische Leitung als Bandleiter (11, ...11C') ausgebildet und auf dem Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) angebracht ist. Der Bandleiter (11, ...11C') kann beispielsweise zur Gleichstrom-Gleichspannungsversorgung der Verstimmerschaltung verwendet werden. Dies hat den Vorteil, dass die Verstimmerschaltung (13A, ...13F) angesteuert werden kann, ohne einen größeren störenden Einfluss auf das Magnetfeld im Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) auszuüben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Magnetresonanzgerät mit einem auf einem Bezugspotential liegenden Hochfrequenzschirm, einer Verstimmungsschaltung und einer ersten elektrischen Leitung, welche mit der Verstimmungsschaltung verbunden ist.

[0002] Moderne Magnetresonanzgeräte (MR-Geräte) arbeiten in der Regel mit mehreren verschiedenen Antennen (im Folgenden auch Spulen genannt) zum Aussenden von Hochfrequenzpulsen (HF-Pulsen) zur Kernresonanzanregung und/oder zum Empfang der induzierten Magnetresonanzsignale. Üblicherweise besitzt ein MR-Gerät eine größere, in der Regel fest im Gerät eingebaute so genannte Ganzkörperspule, auch Body Coil (BC) genannt, sowie mehrere kleine Lokalspulen (Local Coil, LC), auch Oberflächen­spulen genannt. Die Lokalspulen dienen im Gegensatz zu der Ganzkörperspule zur detaillierten Abbildung von Körperteilen bzw. Organen eines Patienten, die sich verhältnismäßig nah an der Körperoberfläche befinden. Zu diesem Zweck werden die Lokalspulen direkt an der Stelle des Patienten appliziert, an der sich der zu untersuchende Bereich befindet. Bei einem Einsatz einer solchen Lokalspule wird in vielen Fällen mit der im MR-Gerät fest eingebauten Ganzkörperspule (als Sendespule) gesendet und mit der Lokalspule (als Empfangsspule) werden die induzierten MR-Signale empfangen. Damit die Spulen nicht miteinander Wechselwirken, ist es notwendig, die Empfangsspule in der Sendephase und die Sendespule in der Empfangsphase zu verstimmen. Beim Verstimmen wird die Eigenresonanzfrequenz der jeweiligen Antenne derart ver­stellt, dass sie nicht mehr im Bereich der Arbeits-MR-Frequenz liegt. Eine auf diese Art verstimmte Antenne verhält sich im Idealfall neutral, d.h. sie ist für die von der anderen Spule ausgesandten HF-Pulse bzw. für die induzierten MR-Signale transparent. Sofern permanent zwischen zwei verschiedenen Antennen hin- und hergeschaltet wird, nennt man diese vorübergehende Verstimmung in der Sendephase bzw. der Empfangsphase eine "dynamische Verstimmung". Darüber hinaus kann aber eine Spule auch dauerhaft verstimmt werden, sofern nur mit einer anderen Spule gearbeitet werden soll. Eine solche "statische Verstimmung" ist insbesondere in den Fällen nötig, wenn eine sendefähige Lokalspule verwendet wird, die sowohl die Sende- als auch die Empfangsfunktion übernimmt. Da die im MR-Gerät fest eingebaute größere Ganzkörperspule während der bildgebenden Messung physikalisch nicht entfernt werden kann, wird sie durch die Verstimmung elektrisch deaktiviert.

[0003] Als Ganzkörperspule werden vielfach Magnetresonanzantennen verwendet, die eine so genannte Birdcage-Struktur aufweisen. Eine solche Antenne weist eine Mehrzahl von auf einer zylinderartigen Oberfläche angeordneten, parallel laufenden An-

tennen-Längsstäben auf, die endseitig jeweils durch einen Antennen-Endring hochfrequenzmäßig untereinander verbunden sind. Die Antennen-Längsstäbe und Antennen-Endringe können prinzipiell in beliebiger Form ausgebildet sein. In vielen Fällen handelt es sich um Leiterbahnen, welche auf einer flexiblen Leiterbahnfolie aufgebracht sind, die zylinderförmig um den Messraum, in dem sich das Untersuchungsobjekt während der Untersuchung befindet, gewickelt sind. Bei einer Ganzkörperspule verläuft die Birdcage-Struktur um den Patientenaufnahmeraum, in welchem der Patient während der Messung gelagert wird. Bei Lokalspulen in Form einer Birdcage-Struktur dient der Messraum zur Aufnahme des Kopfes oder anderer Extremitäten eines Patienten, um genau diesen Bereich zu untersuchen.

[0004] Zur Verstimmung solcher MR-Antennen mit einer Birdcage-Struktur gibt es prinzipiell verschiedene Möglichkeiten.

[0005] Sofern die Feldstärke des Grundmagnetfelds (im Folgenden auch B₀-Feld genannt) der Magnetresonanzanlage unterhalb von zwei Tesla liegt, ist eine Verstimmung sehr gut über die Hochfrequenzspeiseleitung möglich. Dabei wird zum Verstimmen der Antenne mittels eines geeigneten Schaltelements, beispielsweise einer PIN-Diode oder eines Relais, ein Kurzschluss am spulenfernen Ende der Speiseleitung erzeugt. Dieser Kurzschluss wird über die Speiseleitung zum Speisepunkt, d.h. dem Anschlusspunkt, an dem die Speiseleitung an der Antenne angeschlossen ist, übertragen. Die dadurch erreichte Verstimmung reicht aus, um die Verkopplung mit der jeweils anderen aktiven Antenne zu unterdrücken. Der Vorteil einer solchen spulenfernen Verstimmung liegt darin, dass eine Zuleitung des für die Schaltelemente notwendigen Gleichstroms sich leicht realisieren lässt, da aufgrund der großen Entfernung keine Wechselwirkung des Schalt-Gleichstroms mit den hohen statischen und hochfrequenten Feldern in der unmittelbaren Umgebung der Antenne zu erwarten ist.

[0006] Bei höheren B₀-Feldstärken hat sich die spulenferne Verstimmung jedoch nicht bewährt. In diesen Fällen ist es notwendig, die Verstimmtelemente unmittelbar in die Struktur der Antenne einzubauen. Bei der Verstimmung einer Antenne mit einer Birdcage-Struktur kann dies entweder dadurch geschehen, dass die Antennen-Endringe oder die Antennen-Längsstäbe oder beide verstimmt werden. Bei einer solchen Verstimmung wird im Allgemeinen mittels eines geeigneten Hochfrequenz-Schaltelements eine resonante Induktivität unterbrochen oder eine resonante Kapazität überbrückt, d.h. kurzgeschlossen. Als HF-Schaltelemente werden heutzutage in der Regel Schaltdioden, beispielsweise PIN-Dioden, verwendet, da diese in der Lage sind, hochfrequenzmäßig sowohl hohe Ströme als auch hohe Spannungen

gen auszuhalten, und zudem mit der ausreichenden Geschwindigkeit geschaltet werden können.

[0007] Eine Endring-Verstimmung bei einer Birdcage-Struktur ist insofern vorteilhaft, weil von außen ein leichter Zugriff auf die Verstimmenelemente, d. h. die HF-Schaltelemente, möglich ist, so dass entsprechend problemlos die erforderlichen Gleichstromzuleitungen verlegt werden können. Aus hochfrequenzmäßiger Sicht ist eine solche Endring-Verstimmung in einer Birdcage-Struktur aber nicht die optimale Lösung. Aus der Praxis sind daher bereits Antennen mit Birdcage-Strukturen bekannt, bei denen die Hochfrequenz-Schaltelemente innerhalb der Längsstäbe, d.h. der Längsinduktivitäten, angeordnet sind, mit denen die betreffenden Längsstäbe unterbrochen werden können und somit die gesamte Stabstruktur verstimmt werden kann. Dabei wird jedes HF-Schaltelement von außen, d.h. von außerhalb der Birdcage-Struktur, individuell mit den notwendigen Gleichstromsignalen gespeist. Der große Nachteil hierbei besteht darin, dass diese Zuleitungen durch die resonante Struktur verlegt werden müssen, ohne dass die Antenne in ihrer Hochfrequenzfunktion gestört wird. Daher muss jede einzelne Gleichstromzuleitung einzeln verdrosselt und entkoppelt werden, wobei spezielle, sehr aufwändig gefertigte Leitungen verwendet werden. Abgesehen von der Tatsache, dass die Platzverhältnisse im Inneren der resonanten Struktur beengt sind und nur schwer zugängliche Bauteile für die Drosselung und Entkoppelung aufnehmen können, ist dieser Aufbau aufgrund seines hohen Fertigungsaufwands sehr kostspielig.

Stand der Technik

[0008] Aus der DE 44 22 069 C1 ist eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Hochfrequenz-Schaltdiode bekannt, bei der eine Diode elektrisch antiparallel zu der Hochfrequenz-Schaltdiode angeordnet ist. Dadurch ist aus einem von der Hochfrequenz-Schaltdiode zu schaltenden Hochfrequenzstrom ein Steuersignal zum Einschalten der Hochfrequenz-Schaltdiode erzeugbar. Elektrisch in Reihe zu der Diode ist ein kapazitives Element angeordnet. Das kapazitive Element ist mit einem über einen Steuereingang elektrisch steuerbaren Schalter überbrückt. Eine Steuereinheit ist mit dem Steuereingang verbunden. Die Steuereinheit gibt ein Einschaltsignal an den steuerbaren Schalter wodurch die Diode das Steuersignal zum Einschalten der Hochfrequenz-Schaltdiode erzeugen kann.

[0009] Aus der DE 44 14 371 A1 ist ein Magnetresonanzgerät bekannt, bei dem zwischen einer Hochfrequenzantenne und einem Gradientenspulensystem des Magnetresonanzgeräts ein Hochfrequenzschirm angeordnet ist, der so ausgebildet ist, dass er für die vom Gradientenspulensystem erzeugten elektromagnetischen Felder im Niederfrequenzbereich durch-

lässig und für die von der Hochfrequenzantenne erzeugten Felder im Hochfrequenzbereich undurchlässig ist. Dabei umfasst der Hochfrequenzschirm eine erste und dazu eine gegenüberliegend angeordnete zweite elektrisch leitfähige Schichtanordnung, die durch ein Dielektrikum voneinander getrennt sind, wobei die Schichtanordnungen nebeneinander angeordnete Leiterbahnen umfassen, die voneinander durch elektrisch isolierende Schlitze getrennt sind, die Schlitze in der ersten Schichtanordnung gegenüber denen in der zweiten versetzt angeordnet sind und in mindestens einer Schichtanordnung benachbarte Leiterbahnen über hochfrequente Ströme leitende, speziell angeordnete Brücken, umfassend beispielsweise Kondensatoren, miteinander verbunden sind.

[0010] Aus DE 102 28 827 A1 ist eine Hochfrequenzstruktur mit einem Krafterzeuger bekannt. Der Krafterzeuger kann eine vorgebbare Form der Hochfrequenzstruktur einstellen. Dazu werden beispielsweise in einer Ausführungsform Aktoren über eine Elektrodenstruktur angesteuert, die beispielsweise als Kupferbahn ausgebildet und gleichzeitig als Antennenleiter zum Senden von Hochfrequenzsignalen und zum Empfangen von Magnetresonanzsignalen genutzt werden.

Aufgabenstellung

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Magnetresonanzgerät mit einer elektrischen Einheit, beispielsweise einer Verstimmenschaltung des Magnetresonanzgeräts, anzugeben, welche auf einfache Weise elektrisch versorgt wird, ohne einen größeren störenden Einfluss auf das Magnetfeld im Magnetresonanzgerät auszuüben.

[0012] Diese Aufgabe wird bezogen auf das eingangs erwähnte Magnetresonanzgerät dadurch gelöst, dass die erste elektrische Leitung als Bandleiter ausgebildet und auf dem Hochfrequenzschirm angebracht ist. Dies hat den Vorteil, dass keine weiteren Maßnahmen erforderlich sind, um die Einkopplung von HF-Störungen auf die Gleichstromversorgung zu unterdrücken bzw. um Störungen der Gleichstromversorgung auf das Magnetfeld zu reduzieren. Der Bandleiter kann beispielsweise zur Gleichstromzuführung einer Verstimmenschaltung der MR-Geräts verwendet werden. Da er sehr nahe am Hochfrequenzschirm, welcher meist auf Masse liegt, liegt, können nur sehr wenige Magnetfeldlinien zwischen dem Schirm und dem Leiter durchdringen, so dass kaum Störungen induziert werden können.

[0013] Üblicherweise weist der Bandleiter einen Isolationsmantel auf, der zwischen einem Leiter des Bandleiters und dem Hochfrequenzschirm liegt und beide voneinander isoliert.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Magnetresonanzgeräts liegt zwischen einem Leiter des Bandleiters und dem Hochfrequenzschirm nur ein Isolationsmantel des Bandleiters.

[0015] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform bilden der Bandleiter und der Hochfrequenzschirm eine Art Kondensator zur Hochfrequenzzerdung der elektrischen Leitung. Durch den geringen Abstand und die vergleichsweise große Fläche zwischen Bandleiter und Hochfrequenzschirm ist die kapazitive Kopplung bei der Magnetresonanzbetriebsfrequenz so groß, dass dies einer HF-Erdung der Zuführung entspricht.

[0016] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der Hochfrequenzschirm im Wesentlichen als Hohlzylinder ausgebildet und der Bandleiter ist parallel zur Zylinderachse auf der Innenwand des Hohlzylinders angebracht.

[0017] In einer Weiterbildung umfasst die elektrische Leitung einen im Wesentlichen der Form des Hochfrequenzschirms folgenden Verteilungsring, der insbesondere mit azimuthal verteilten Teilverstimmungen der Verstimmungen verbunden ist. Ein Vorteil eines derartigen auf dem Hochfrequenzschirm aufgebrachtten Verteilungsringes liegt darin, dass ein eventuell vorhandener Feldabstrahlbereich einer Hochfrequenzantenne nicht durch einen in diesem Bereich angebrachten Verteilungsring gestört wird.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist eine zweite elektrische Leitung in Form eines Bandleiters, welcher in umgekehrter Richtung stromdurchfließen ist und parallel zum ersten Bandleiter auf dem Hochfrequenzschirm aufgebracht. Diese Art der Stromversorgung führt zu einer Feldkompensation der fließenden Gleichströme, so dass keine Beeinflussung des Magnetfeldes erfolgt. Die beiden Leitungen können nebeneinander oder auch aufeinander verlegt werden, wodurch eine besser Kompensation der durch die Ströme erzeugten magnetischen Felder erfolgt.

[0019] Die Versorgung von mehreren (Teil-)Verstimmungen eines Birdcage-Resonators führt zu einer optimalen Verstimmwirkung, da mehrere Stäbe aufgetrennt durch mindestens eine elektrische Leitung angesteuert werden.

[0020] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

Ausführungsbeispiel

[0021] Es folgt die Erläuterung von mehreren Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der [Fig. 1](#)

bis [Fig. 4](#). Es zeigen

[0022] [Fig. 1](#) einen schematischen Längsschnitt durch ein Magnetresonanzgerät mit einem Bandleiter als elektrische Leitung,

[0023] [Fig. 2](#) einen schematischen Längsschnitt durch ein Magnetresonanzgerät mit zwei Bandleitern,

[0024] [Fig. 3](#) einen Querschnitt durch ein Magnetresonanzgerät mit einer konventionellen Antennenanordnung und

[0025] [Fig. 4](#) einen Längsschnitt durch ein Magnetresonanzgerät mit einer in eine Gradientenspule integrierte Hochfrequenzantenne.

[0026] [Fig. 1](#) zeigt einen Längsschnitt durch ein Magnetresonanzgerät **1** mit einem Grundfeldmagneten **3**, einer Gradientenspule **5**, einem Antennenleiter **7** und einem Hochfrequenzschirm **9**. Auf dem Hochfrequenzschirm **9** ist ein Bandleiter **11** geklebt, der einer oder mehreren in den Antennenleiter **7** integrierten Verstimmungen **13A**, **13B** als elektrische Zuleitung dient.

[0027] Die Verstimmungen **13A**, **13B** weisen eine oder mehrere PIN-Dioden auf, die während beispielsweise des Sendens mit einem Gleichstrom bestrahlt und damit niederohmig geschaltet werden. Beim Empfangen oder auch beim Senden mit Lokalspulen werden die Dioden in Sperrichtung betrieben, d.h. es wird eine Sperrspannung angelegt, die die PIN-Diode hochohmig schaltet. Stellvertretend wurde eine PIN-Diode in die Verstimmungen **13A**, **13B** schematisch aufgenommen.

[0028] Die mit PIN-Dioden arbeitende Verstimmungen **13A**, **13B** benötigen demnach eine Gleichstrom-/Gleichspannungszufuhr, die erfindungsgemäß über den flachen Bandleiter **11** erfolgt, der z.B. direkt auf den Hochfrequenzschirm **9** aufgeklebt ist.

[0029] Der Bandleiter **11** verläuft in axialer Richtung des zylinderförmig ausgebildeten HF-Schirms **9**. Der Bandleiter **11** ist mit einer Gleichstrom-Gleichspannungsquelle **14** verbunden. Der Bandleiter **11** ist z.B. durch einen Isolationsmantel vom geerdeten Hochfrequenzschirm **9** elektrisch isoliert. Durch den geringen Abstand zwischen einem Leiter des Bandleiters **11** und dem Hochfrequenzschirm **9** und durch die vergleichsweise große Fläche zwischen Bandleiter **11** und Hochfrequenzschirm **9** entsteht eine große kapazitive Kopplung bei der Magnetresonanzbetriebsfrequenz. Dies entspricht einer Hochfrequenzzerdung des Bandleiters **11**. Der Bandleiter **11** liegt sehr nahe am Hochfrequenzschirm **9**, so dass nur sehr wenige Magnetfeldlinien zwischen dem Hoch-

frequenzschirm **9** und dem Bandleiter **11** durchdringen können. Entsprechend können kaum Störungen im Bandleiter **11** induziert werden.

[0030] Die Verteilung des Stroms auf die Verstimm-schaltungen **13A**, **13B** der einzelnen Antennenleiter **7**, **7'** erfolgt durch einen Verteilungsring **15**, der vorzugsweise ebenfalls von einem flachen Bandleiter gebildet wird und auf dem Hochfrequenzschirm aufgeklebt ist. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass keine weiteren Maßnahmen erforderlich sind, um die Einkopplung von Hochfrequenzstörungen auf die Gleichstromversorgung der Verstimm-schaltungen **13A**, **13B** zu unterdrücken.

[0031] Die Ausführungsform in [Fig. 1](#) zeigt eine weitere Besonderheit, die darin liegt, dass der Hochfrequenzschirm **9** geerdet und ebenfalls mit den Verstimm-schaltungen **13A**, **13B** verbunden ist. Die Gleichstromversorgung der Verstimm-schaltungen **13A**, **13B** setzt sich somit aus dem Bandleiter **11**, der mit der Gleichstrom/Gleichspannungsquelle **14** verbunden ist, und aus dem geerdeten Hochfrequenzschirm zusammen.

[0032] [Fig. 2](#) zeigt eine zweite ähnliche Ausführungsform eines Magnetresonanzgeräts **1A**, bei dem eine Gleichstrom/Gleichspannungsquelle **17** über zwei Bandleiter **11A** und **11A'** mit mehreren azimuthal verteilte Verstimm-schaltungen **13C**, ... **13F** elektrisch verbunden ist. Jeder axial verlaufende Bandleiter **11A**, **11A'** setzt sich als Verteilungsring **15A** bzw. **15A'** fort, so dass die Verstimm-schaltungen **13C**, ... **13F** mit der gleichen Gleichspannung bzw. dem gleichen Gleichstrom versorgt werden können. Diese Art der Zuführung kompensiert die Felder der Gleichströme durch die Bandleiter **11A**, **11A'** und Verteilungsringe **15A**, **15A'**, so dass keine Beeinflussung des statischen Magnetfelds erfolgt.

[0033] In [Fig. 2](#) ist zusätzlich der Aufbau und die Verteilung der Gleichstromzuführung auf die (Teil-)Verstimm-schaltungen **13C**, ... **13F** dargestellt. Die beiden Bandleiter **11A**, **11A'** verlaufen axial im zylindrisch aufgebauten Magnetresonanzgerät entlang des Hochfrequenzschirms **9A**, der zweigeteilt ist. Eine mittige ringförmige Aussparung **16** erlaubt ein Durchtreten von Magnetfeldlinien, die durch die Antennenleiter **7A**, **7A'** ... erzeugt werden. Die Anordnung der Bandleiter **11A**, **11A'** und der Verteilungsringe **15A**, **15A'** auf dem Hochfrequenzschirm **9A** führt zu keiner Einschränkung der Aussparung **16** im Hochfrequenzschirm **9A** und damit zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung des Magnetfelds.

[0034] Die verwendeten Bandleiter sind beispielsweise einen Zentimeter breit und einen halben Millimeter dick. Die Länge entspricht in etwa einer Hälfte des Hochfrequenzschirms und liegt beispielsweise in der Größenordnung eines halben Meters. Die Aus-

sparung **16** liegt in der Größenordnung von 10 cm.

[0035] [Fig. 3](#) verdeutlicht einen möglichen Aufbau eines MR-Geräts mit einer konventionellen Antennenanordnung und einer Gleichstrom/Gleichspannungszufuhr gemäß der Erfindung. In diesem Querschnitt besteht ein Magnetresonanzgerät **1B** radial von außen nach innen aus dem Grundfeldmagneten **3B** der Gradientenspule **5B**, dem Hochfrequenzschirm **9B** und mehreren Antennenleitern **7B**, **7B'**, Schematisch ist die Verbindung für zwei Gleichstromzuführungen zu den Antennenleitern **7B**, **7B'** skizziert. Im Fall des Antennenleiters **7B** liegen zwei Bandleiter **11B** der Gleichstromzuführung nebeneinander auf dem Hochfrequenzschirm **9B** und im Fall des Antennenleiters **7B'** liegen zwei Bandleiter **11B'** der Gleichstromzuführung aufeinander. Beide Möglichkeiten führen zu einer guten Feldkompensation der Gleichströme. Bevorzugt werden die Anordnungen innerhalb eines Magnetresonanzgeräts einheitlich verwendet werden.

[0036] [Fig. 4](#) zeigt am Beispiel einer Gradientenspule **31**, in die eine Hochfrequenzantenne **33** integriert ist, eine erfindungsgemäße Gleichstromzuführung. In die Hochfrequenzantenne **33** ist eine schematisiert dargestellte Verstimm-schaltung, bestehend aus Kondensatoren **35**, **37** und einer dazwischen geschalteten PIN-Diode **39**, integriert. Die Diode **39** wird durch zwei Bandleiter-DC-Zuführungen **11C**, **11C'** angesteuert. Eine Besonderheit der Anordnung in [Fig. 4](#) liegt darin, dass die Hochfrequenzantenne **33** und der Hochfrequenzschirm elektrisch leitend verbunden sind, quasi eine elektrische Komponente bilden. Um die Resonanzstruktur der Antenne **33** zu verstimmen, wird die Diode **39** mit einer Sperrspannung, z.B. -30 V, belegt. Im Sende- oder Empfangsfall wird die Diode mit einem Strom, z.B. 300mA, versorgt. Zwei Drosselspulen **45**, **47** dienen der Hochfrequenzentkopplung des Gleichstrompfads. Zusammen mit den Kondensatoren **35**, **37** bewirken sie eine Trennung des Gleichstrompfads vom Hochfrequenzpfad, und ihr ohmscher Widerstand bewirkt im Fall von mehreren Verstimm-schaltungen eine entsprechende Stromaufteilung.

[0037] Für die Verstimmung einer Birdcage-ähnlichen Antenne für ein zirkular polarisiertes HF-Feld sind mindestens zwei Verstimm-schaltungen für zwei Antennenleiter nötig, die um vorzugsweise 90° azimuthal zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise werden alle Antennenleiter verstimmt. Die gemeinsame Ansteuerung erfolgt beispielsweise mithilfe eines oder mehrerer Verteilungsringe entsprechend den [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#).

Patentansprüche

1. Magnetresonanzgerät (**1**, **1A**, **1B**) mit einem auf einem Bezugspotential liegenden Hochfrequenz-

schirm (9, 9A, 9B), einer Verstimmungsschaltung (13A, ... 13F) und einer ersten elektrischen Leitung, welche mit der Verstimmungsschaltung (13A, ... 13F) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste elektrische Leitung als Bandleiter (11, ... 11C') ausgebildet und auf dem Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) angebracht ist.

2. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einem Leiter des Bandleiters (11, ... 11C') und dem Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) nur ein Isolationsmantel des Bandleiters (11, ... 11C') liegt.

3. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Bandleiter (11, ... 11C') und der Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) einen Kondensator zur Hochfrequenzerdung der elektrischen Leitung (11, ... 11C') bilden.

4. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) als Hohlzylinder ausgebildet ist und der Bandleiter (11, ... 11C') parallel zur Zylinderachse auf der Innenwand des Hohlzylinders angebracht ist.

5. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) aus zwei zueinander mit einem Zwischenraum beabstandeten Teilen besteht, wobei die Verstimmungsschaltung (13A, ... 13F) im Zwischenraum (16) angeordnet ist und der Bandleiter (11, ... 11C') von einem der äußeren Ränder eines der Teile des Hochfrequenzschirms (9, 9A, 9B) bis zum Zwischenraum (16) auf dem Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) angebracht ist.

6. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erste elektrische Leitung einen der Form des Hochfrequenzschirms (9, 9A, 9B) folgenden Verteilungsring (15, 15A, 15A') umfasst, dass die Verstimmungsschaltung (13A, ... 13F) mehrere azimuthal verteilte Teilverstimmungsschaltungen (13A, ... 13F) umfasst und dass die Teilverstimmungsschaltungen (13A, ... 13F) mit dem Verteilungsring (15, 15A, 15A') verbunden sind.

7. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite elektrische Leitung in Form eines Bandleiters (11A, 11A', 11B), welcher in umgekehrter Richtung stromdurchfließen ist, parallel zum ersten Bandleiter auf dem Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) aufgebracht ist.

8. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite elektrische Leitung aufeinander oder

nebeneinander auf dem Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) angebracht sind.

9. Magnetresonanzgerät (1, 1A, 1B) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschirm (9, 9A, 9B) als elektrische Leitung zur Verstimmungsschaltung (13A, ... 13F) ausgebildet und insbesondere geerdet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

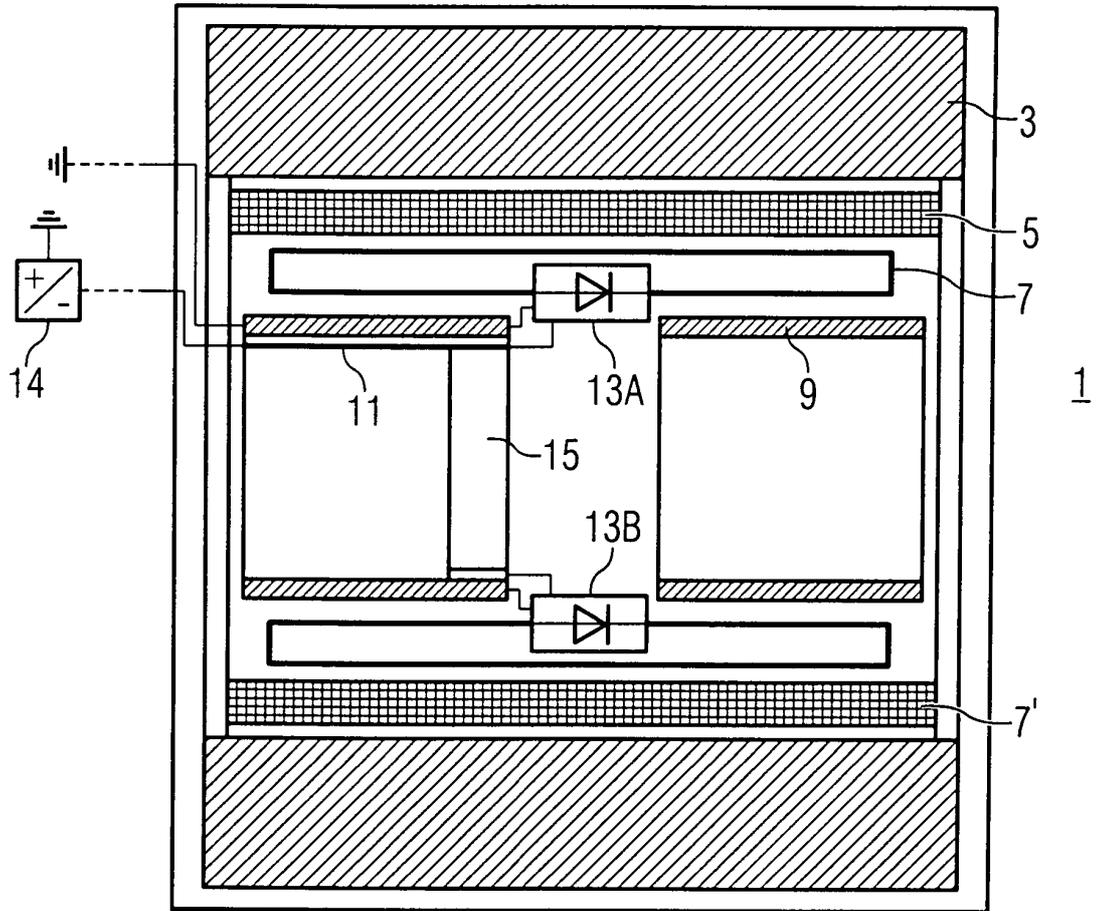


FIG 2

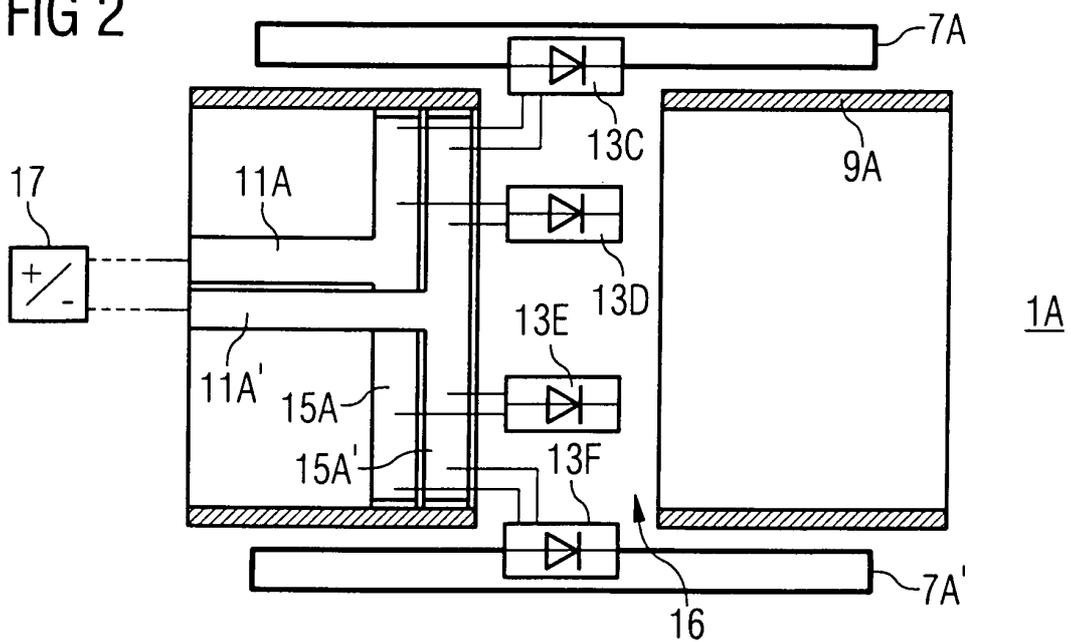


FIG 3

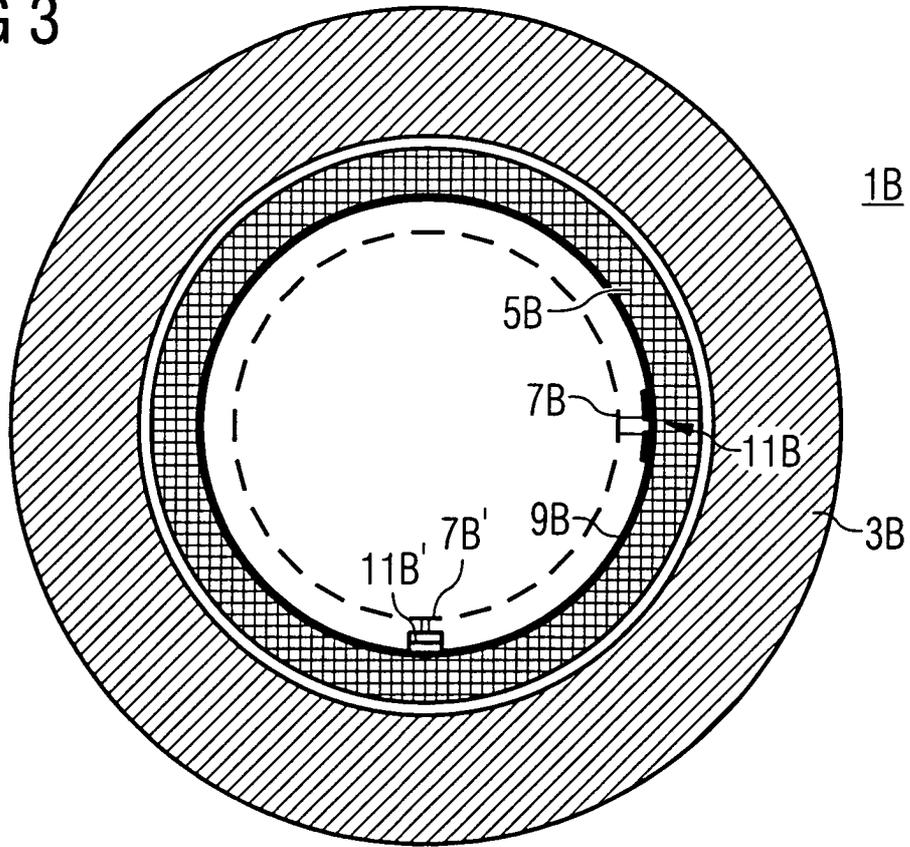


FIG 4

