



(10) **DE 10 2010 041 984 B4** 2014.02.27

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 041 984.2**
 (22) Anmeldetag: **05.10.2010**
 (43) Offenlegungstag: **05.04.2012**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **27.02.2014**

(51) Int Cl.: **G01R 33/34 (2006.01)**
G01R 33/36 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE

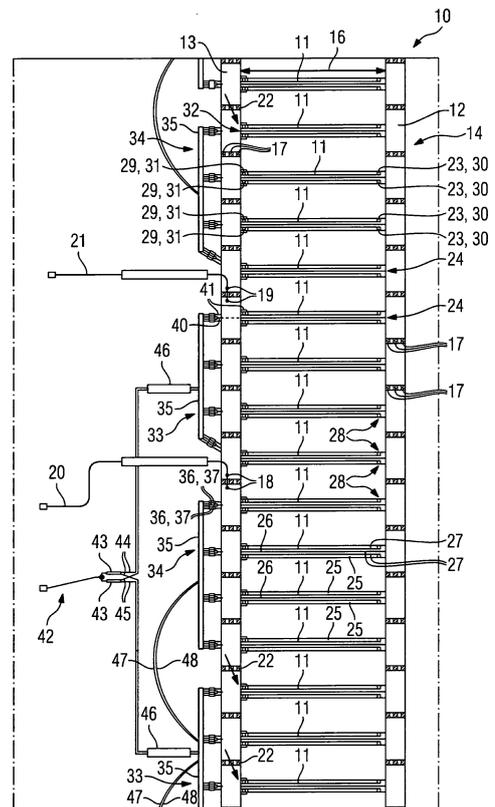
(56) Ermittelter Stand der Technik:

(72) Erfinder:
Eberler, Ludwig, 92318, Neumarkt, DE; Lazar, Razvan, 91056, Erlangen, DE; Nistler, Jürgen, 91056, Erlangen, DE

DE 10 2007 016 312	A1
DE 10 2008 062 547	A1
DE 10 2009 023 806	A1
DE 10 2009 026 316	A1
US 6 943 551	B2
US 5 144 240	A

(54) Bezeichnung: **Magnetresonanzantenne, sowie eine Magnetresonanzvorrichtung mit einer Magnetresonanzantenne**

(57) Hauptanspruch: Magnetresonanzantenne, welche in einer Birdcage-Struktur (14) angeordnete, parallel verlaufende Antennenlängsstäbe (11) und die Antennenlängsstäbe (11) endseitig hochfrequenzmäßig verbindende Antennenringe (12, 13) aufweist, mit einer Mehrzahl von Hochfrequenzschaltelementen (23), um zumindest einen Teil der Antennenlängsstäbe (11) zu einer Verstimmung einer Eigenresonanzfrequenz gegenüber einer Arbeitsmagnetresonanzfrequenz hochfrequenzmäßig zu unterbrechen, wobei die Hochfrequenzschaltelemente (23) zumindest teilweise an Endbereichen (24) der Antennenlängsstäbe (11) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Antennenlängsstäbe (11) wenigstens ein weiteres Schaltelement (29) aufweist und das zumindest eine weitere Schaltelement (29) und die Hochfrequenzschaltelemente (23) an unterschiedlichen Endbereichen (24, 32) des Antennenlängsstabs (11) angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Magnetresonanzantenne, welche in einer Birdcage-Struktur angeordnete, parallel verlaufende Antennenlängsstäbe und die Antennenlängsstäbe endseitig hochfrequenzmäßig verbindende Antennenendringe aufweist, mit einer Mehrzahl von Hochfrequenzschaltelementen, um zumindest einen Teil der Antennenlängsstäbe zu einer Verstimmung einer Eigenresonanzfrequenz gegenüber einer Arbeitsmagnetresonanzfrequenz hochfrequenzmäßig zu unterbrechen.

[0002] Moderne Magnetresonanzgeräte arbeiten in der Regel mit mehreren verschiedenen Antennen, die als Spulen bezeichnet werden, zum Aussenden von Hochfrequenzpulsen zur Kernresonanzanregung und/oder zum Empfang der induzierten Magnetresonanzsignale. Üblicherweise weist ein Magnetresonanzgerät eine größere, fest eingebaute sogenannte Ganzkörperspule, sowie mehrere kleine Lokalspulen, auch Oberflächenspulen genannt, auf. Die Lokalspulen dienen im Gegensatz zu der Ganzkörperspule zu einer detaillierten Abbildung von Körperteilen und/oder Organen eines Patienten, die sich verhältnismäßig nah an der Körperoberfläche befinden. Hierzu werden die Lokalspulen direkt an einer Stelle des zu untersuchenden Bereichs des Patienten appliziert.

[0003] Bei einem Einsatz einer solchen Lokalspule werden oftmals mit der in dem Magnetresonanzgerät fest eingebauten Ganzkörperspule Hochfrequenzpulse gesendet und mit der Lokalspule die induzierten Magnetresonanzsignale empfangen. Damit eine Wechselwirkung zwischen den einzelnen Spulen unterdrückt werden kann, ist es notwendig, die Empfangsspule in der Sendephase und die Sendespule in der Empfangsphase zu verstimmen. Beim Verstimmen wird eine Eigenresonanzfrequenz der jeweiligen Spule bzw. Antenne derart verstellt, dass sie außerhalb eines Bereichs einer Arbeitsmagnetresonanzfrequenz liegt. Eine auf diese Art verstimmte Spule verhält sich im Idealfall neutral, so dass sie für die von der anderen Spule ausgesandten Hochfrequenzpulse und/oder für die induzierten Magnetresonanzsignale transparent ist.

[0004] Als Ganzkörperspule werden vielfach Magnetresonanzantennen verwendet, die eine sogenannte Birdcage-Struktur aufweisen. Eine solche Antenne weist eine Mehrzahl von auf einer zylinderartigen Oberfläche angeordneten, parallel laufenden Antennenlängsstäben auf, die endseitig jeweils durch Antennenendringe hochfrequenzmäßig miteinander verbunden sind. Die Antennenlängsstäbe und Antennenendringe können prinzipiell in beliebiger Form ausgebildet sein, beispielsweise können diese Antennenlängsstäbe und Antennenendringe von Leiter-

bahnen gebildet sein, welche auf einer flexiblen Leiterbahnfolie aufgebracht werden können, die zylinderförmig um einen Messraum, in dem sich ein Untersuchungsobjekt während einer Untersuchung befindet, angeordnet sind. Bei einer Ganzkörperspule verläuft beispielsweise die Birdcage-Struktur um einen Patientenaufnahmeraum, in welchem ein Patient während einer Messung gelagert ist.

[0005] Zur Verstimmung einer Antenne mit einer Birdcage-Struktur kann dies entweder dadurch geschehen, dass die Antennenendringe oder die Antennenlängsstäbe oder beides verstimmt werden. Bei einer solchen Verstimmung wird beispielsweise mittels eines geeigneten Hochfrequenzschaltelements eine resonante Induktivität unterbrochen oder eine resonante Kapazität überbrückt und/oder kurzgeschlossen.

[0006] Aus der US 6,943,551 A1 ist es bekannt, dass zur Verstimmung von Hochfrequenzschaltelementen innerhalb einer Magnetresonanzantenne Hochfrequenzschaltelemente verwendet werden, wobei die Hochfrequenzschaltelemente im Bereich einer geometrischen Mitte entlang einer Länge von Antennenlängsstäben der Magnetresonanzantenne angeordnet sind.

[0007] Des Weiteren ist aus DE 10 2008 062 547 A1 eine Magnetresonanzantenne mit einer Birdcage-Struktur bekannt. Die Birdcage-Struktur besteht aus einer Anzahl von auf einer zylinderartigen Oberfläche angeordneten, äquidistanten, parallel laufenden Antennen-Längsstäben, die endseitig mit Antennen-Endringen hochfrequenzmäßig miteinander verbunden. Zudem weist die Magnetresonanzantenne Hochfrequenzschaltelemente auf, die über eine gesamte Länge der Antennenlängsstäbe verteilt an diesen angeordnet sind.

[0008] Aus DE 10 2007 016 312 A1 ist eine Magnetresonanzantenne bekannt, die eine Anzahl von auf einer zylinderartigen Oberfläche angeordneten Antennenstäben umfasst. Aus DE 10 2009 026 316 A1 ist ebenfalls eine HF-Spule mit einer Birdcage-Struktur bekannt. Des Weiteren ist auch aus US 5 144 240 A eine Magnetresonanzantenne bekannt.

[0009] Des Weiteren ist es bekannt, dass zur Verstimmung der Eigenresonanz der Magnetresonanzantenne eine Transformation eines Kurzschlusses über Hochfrequenzspeisekabel an einen Antennenendring erfolgt.

[0010] Jedoch sind die bekannten Maßnahmen zur Verstimmung einer Magnetresonanzantenne ungeeignet bei einer Verstimmung der Magnetresonanzantenne in der Hochfeldbildgebung mit einem Magnetfeld von größer gleich 3 Tesla und/oder bei einer

Kombination eines Magnetresonanzgerätes mit einer PET-Vorrichtung.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine effektive Verstimmung einer Magnetresonanzantenne für eine Hochfeldbildung bereitzustellen. Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0012] Die Erfindung geht aus von einer Magnetresonanzantenne, welche in einer Birdcage-Struktur angeordnete, parallel verlaufende Antennenlängsstäbe und die Antennenlängsstäbe endseitig hochfrequenzmäßig verbindende Antennenendringe aufweist, mit einer Mehrzahl von Hochfrequenzschaltelementen, um zumindest einen Teil der Antennenlängsstäbe zu einer Verstimmung einer Eigenresonanzfrequenz gegenüber einer Arbeitsmagnetresonanzfrequenz hochfrequenzmäßig zu unterbrechen, wobei die Hochfrequenzschaltelemente zumindest teilweise an Endbereichen der Antennenlängsstäbe angeordnet sind.

[0013] Es wird vorgeschlagen, dass zumindest einer der Antennenlängsstäbe wenigstens ein weiteres Schaltelement aufweist und das zumindest eine weitere Schaltelement und die Hochfrequenzschaltelemente an unterschiedlichen Endbereichen des Antennenlängsstabs angeordnet sind. In diesem Zusammenhang soll unter einem Endbereich der Antennenlängsstäbe insbesondere ein den Antennenendringen zugewandter Bereich der Antennenlängsstäbe verstanden werden. Unter Hochfrequenzmäßig verbunden soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass eine für Hochfrequenzströme transparente Verbindung, insbesondere zwischen den Antennenendringen und den Antennenlängsstäben und/oder zwischen den einzelnen Antennenendstäben, besteht. Diese für Hochfrequenzströme transparente Verbindung kann bezüglich eines elektrischen Stroms isolierend und/oder nichtleitend ausgelegt sein, beispielsweise durch eine nichtgalvanische Verbindung, oder leitend ausgelegt sein. Vorzugsweise ist das Hochfrequenzschaltelement von einer Pin-Diode gebildet. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung kann vorteilhaft ein zwischen Endbereichen entlang einer Längsrichtung der Antennenlängsstäbe angeordneter Bereich frei von Bauteilen gehalten werden und somit dieser Bereich frei von Strömen gehalten werden, die ein anliegendes Hauptmagnetfeld beeinträchtigen könnten. Dies wirkt sich vorteilhaft bei einer Kombination einer Magnetresonanzbildung mit einem PET-System aus, da hierdurch Bauteile, die einen störenden Einfluss auf die PET-Anwendung haben können, wie insbesondere eine unerwünschte Dämpfung von PET-Signalen, außerhalb eines Bildwinkels bzw. eines Field of View des PET-Systems ange-

ordnet sind. Zudem ist es für eine Hochfeldbildung in einem Magnetfeldbereich von größer und/oder gleich 3 Tesla aus Platz- und/oder Symmetriegründen erforderlich, die zur Verstimmung an den Antennenlängsstäben angeordneten Hochfrequenzschaltelemente an den Endbereichen der Antennenlängsstäbe anzuordnen, da bei der Hochfeldbildung die Birdcage-Struktur wegen sehr hoher Frequenzen in einer Bandpassstruktur angeordnet werden muss. Hierbei werden die Antennenlängsstäbe vorzugsweise mehrmals mittels Schaltelementen unterbrochen, beispielsweise mittels Kondensatoren, die zumindest teilweise in einem mittleren Bereich der Antennenlängsstäbe angeordnet werden.

[0014] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Antennenlängsstäbe jeweils zumindest zwei parallel verlaufende Leiterelemente aufweisen, wodurch besonders vorteilhaft zumindest teilweise durch Gradientenfelder entstehende Wirbelströme innerhalb der Antennenlängsstäbe unterdrückt und/oder gedämpft werden können. Unter parallel verlaufenden Leiterelementen soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass die Leiterelemente entlang einer Längsrichtung der Antennenlängsstäbe parallel zueinander verlaufen. Die Antennenlängsstäbe können hierzu beispielsweise aus einem Kupferblech gebildet sein, das zumindest einen Schlitz und besonders vorteilhaft mehrere Schlitze aufweist, die sich entlang der Längserstreckung erstrecken und derart die Antennenlängsstäbe in zumindest zwei parallel verlaufende Leiterelemente unterteilen.

[0015] Besonders vorteilhaft sind zumindest teilweise die Hochfrequenzschaltelemente an Endbereichen der parallel verlaufenden Leiterelemente angeordnet, wodurch eine exakte Ansteuerung der einzelnen Hochfrequenzschaltelemente erreicht werden kann. Dabei ist es zur Verstimmung der Eigenfrequenzen in den Antennenlängsstäben ausreichend, dass nicht alle der parallel verlaufenden Leiterelemente eines Antennenlängsstabs mit Hochfrequenzschaltelementen an den Endbereichen versehen sind, beispielsweise können nur 2 von 4 parallel verlaufenden Leiterelementen eines Antennenlängsstabs mit den Hochfrequenzschaltelementen versehen sein. Hierdurch wird ein verbleibender Stabquerschnitt signifikant verändert, so dass eine daraus resultierende Induktivitätsänderung der Antennenlängsstäbe genügt, um eine Eigenresonanzfrequenz der Magnetresonanzantenne von der Arbeitsmagnetresonanzfrequenz wirksam zu separieren.

[0016] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Hochfrequenzschaltelemente an jeweils nur einem Endbereich der Antennenlängsstäbe angeordnet sind und diese Endbereiche einem ersten Antennenendring zugewandt an den Antennenlängsstäben angeordnet sind. Es kann vorteilhafterweise eine platzsparende Anord-

nung und insbesondere eine platzsparende Ansteuerung der Hochfrequenzschaltelemente innerhalb der Antennenlängsstäbe bzw. innerhalb der Magnetresonanzantenne erreicht werden.

[0017] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die Magnetresonanzantenne zumindest eine gemeinsame Versorgungseinheit aufweist, die zu einer Versorgung und/oder Ansteuerung der Hochfrequenzschaltelemente von zumindest zwei Antennenlängsstäben vorgesehen ist. Es kann hierdurch eine besonders kompakte und platzsparende Versorgung und/oder Ansteuerung der unterschiedlichen Antennenlängsstäbe erreicht werden. Vorzugsweise ist die Versorgungseinheit außerhalb eines zwischen den beiden Antennenendringen angeordneten Bereichs der Magnetresonanzantenne angeordnet. Zudem kann die Versorgungseinheit in einem Bereich angeordnet sein, in dem auch eine Hochfrequenzleitungseinheit der Magnetresonanzantenne angeordnet ist, so dass eine besonders platzsparende und kompakte Anordnung der Versorgungseinheit innerhalb der Magnetresonanzantenne erreicht werden kann. Die Versorgungseinheit ist in einer vorteilhaften Ausgestaltung im Wesentlichen parallel zu zumindest einem der Antennenendringe angeordnet.

[0018] Weist zudem die Versorgungseinheit eine Platine mit zumindest zwei leitenden Lagen auf, können zudem für die unterschiedlichen Antennenlängsstäbe eine Zuführung von Strom, insbesondere Gleichstrom, zur Ansteuerung und/oder Versorgung der Hochfrequenzschaltelemente und eine Rückführung von Strom getrennt voneinander erfolgen. Vorzugsweise ist ein Querschnitt der Platine derart ausgelegt, dass Leitungen für die Zuführung bzw. Rückführung aller von der Versorgungseinheit versorgten und/oder an diese angeschlossenen Antennenlängsstäbe gewährleistet werden kann.

[0019] Eine vorteilhafte Ansteuerung der Hochfrequenzschaltelemente in den einzelnen Antennenlängsstäben kann erreicht werden, wenn die Versorgungseinheit für eine Ansteuerung und/oder Versorgung zumindest einer Hochfrequenzschalteinheit zumindest ein induktives Schaltelement aufweist. Besonders vorteilhaft weist die Versorgungseinheit zu einer Ansteuerung und/oder Versorgung einer Hochfrequenzschalteinheit zwei induktive Schaltelemente auf, wobei mittels einem der induktiven Schaltelemente eine Zuführung von Strom zur Ansteuerung und/oder Versorgung der Hochfrequenzschaltelemente und mittels des weiteren der beiden induktiven Schaltelemente eine Rückführung von Strom von den Hochfrequenzschaltelementen vorgesehen ist. Sind zudem für jedes der Hochfrequenzschaltelemente der Magnetresonanzantenne zumindest ein und bevorzugt zwei induktive Schaltelemente zur Ansteuerung und/oder Versorgung der Hochfrequenzschaltelemente vorgesehen, kann des Weiteren auf-

grund eines hohen ohmschen Widerstands der induktiven Schaltelementen von ca. 1Ω bis 3Ω eine im Wesentlichen gleichmäßige Stromaufteilung auf die Hochfrequenzschaltelemente vorteilhaft erreicht werden. Zudem kann mittels der induktiven Schaltelemente eine thermische Verschiebung von Halbleiterbauelementen reduziert werden. Vorzugsweise ist das induktive Schaltelement von einer Drosselspule gebildet. Alternativ oder zusätzlich zu einer Ausbildung des induktiven Schaltelements als Drosselspule sind zudem weitere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausgestaltungen und/oder Ausbildungen der induktiven Schaltelemente jederzeit möglich.

[0020] Eine unerwünschte Beeinträchtigung einer Anwendung, insbesondere einer PET-Anwendung, beispielsweise in Form einer unerwünschten Dämpfung von PET-Signalen, kann vorteilhaft verhindert werden, wenn das zumindest eine induktive Schaltelement außerhalb eines zwischen den beiden Antennenendringen angeordneten Bereichs angeordnet ist.

[0021] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Versorgungseinheit zumindest eine Leitung aufweist, die von dem zumindest einem induktiven Schaltelement zum Antennenlängsstab über und/oder unter zumindest einem der Antennenendringe geführt ist. Es kann hierbei eine Ansteuerung und/oder Versorgung der Hochfrequenzschaltelemente erreicht werden, die insbesondere unabhängig von einer Verbindung zwischen den Antennenlängsstäben und den Antennenendringen, insbesondere einer Verbindung zwischen einzelnen Leiterelementen der Antennenlängsstäbe und den Antennenendringen, ausgelegt ist. Beispielsweise kann hierbei trotz einer Unterbrechung einer Strom leitenden Verbindung innerhalb der Antennenlängsstäbe bzw. der Leiterelemente, beispielsweise indem zusätzliche Schaltelemente, wie Kondensatoren, an den Leiterelementen angeordnet sind, eine Ansteuerung und/oder Versorgung der Hochfrequenzschaltelemente erreicht werden, indem beispielsweise diese Leitung diese Unterbrechung überbrücken und erst in einem Bereich nach dieser Unterbrechung an die Antennenlängsstäbe koppeln. In diesem Zusammenhang soll unter über und/oder unter dem Antennenendring geführt insbesondere verstanden werden, dass die Leitungen für die Hochfrequenzschaltelemente an dem Antennenendring vorbeigeführt werden ohne dabei mit diesem in elektrisch leitenden Kontakt zu sein.

[0022] Es wird weiterhin vorgeschlagen, dass die Versorgungseinheit zumindest eine Leitung aufweist, die von dem zumindest einem induktiven Schaltelement durch zumindest einen zumindest teilweise galvanisch mit dem Antennenlängsstab verbundenen Antennenendring zum Antennenlängsstab verläuft. Es kann unter Einsparung weiterer Bauteile eine direkte Leitung über den Antennenendring und dem

Antennenlängsstab, insbesondere den einzelnen Leiterelementen, bis hin zu den Hochfrequenzschaltelementen erreicht werden. In diesem Zusammenhang soll unter einer galvanischen Verbindung insbesondere eine Strom leitende Verbindung verstanden werden.

[0023] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Magnetresonanzantenne zumindest zwei Versorgungseinheiten aufweist zu einer Versorgung und/oder Ansteuerung von allen an den Antennenlängsstäben angeordneten Hochfrequenzschaltelementen. Es kann hierdurch eine Unterbrechung einer außerhalb der Antennenendringe angeordnete, ringförmige Versorgung für die Hochfrequenzschaltelemente erreicht werden und diese Unterbrechung zu einer Hochfrequenzversorgung der Magnetresonanzantenne, insbesondere der Antennenendringe und/oder der Antennenlängsstäbe, vorteilhaft genutzt werden. Zudem können die Versorgungseinheiten zur Versorgung und/oder Ansteuerung der Hochfrequenzschaltelemente zusammen mit der Hochfrequenzversorgung der Magnetresonanzantenne besonders platzsparend und kompakt angeordnet werden.

[0024] Weisen die zumindest zwei Versorgungseinheiten eine gemeinsame Anschlusseinheit für einen Spannungsanschluss auf, kann vorteilhaft erreicht werden, dass eine Anzahl an Anschlüssen und/oder Anschlussleitungen, die insbesondere in einer Nähe von ein Hochfrequenzfeld aussendenden Bauteilen der Magnetresonanzantenne angeordnet sind, vorteilhaft minimiert werden kann, so dass eine insbesondere negative Beeinträchtigung des Hochfrequenzfelds und/oder eines Hauptmagnetfelds unterdrückt werden kann. Besonders vorteilhaft kann sich dies in der Multikernspektroskopie auswirken.

[0025] Es wird des Weiteren vorgeschlagen, dass die Anschlusseinheit zumindest ein Drosselement aufweist, wodurch ein Einkoppeln von Hochfrequenzsignalen, insbesondere auf die das Hochfrequenzfeld aussendenden Bauteile der Magnetresonanzantenne, vorteilhaft reduziert und/oder unterdrückt werden kann und zudem gleichzeitig ein Gleichstromsignal zur Versorgung und/oder Ansteuerung der Hochfrequenzschaltelemente vorteilhaft das Drosselement passieren kann. In diesem Zusammenhang soll unter einem Drosselement insbesondere ein Element verstanden werden, das von einem induktiven, insbesondere passiven, Bauelement und/oder Schaltelement, insbesondere einer Drosselspule, gebildet ist und/oder eine Funktion einer Drosselspule aufweist, wie beispielsweise eine Mantelwellensperre und/oder weitere, dem Fachmann als sinnvoll erscheinende Bauelemente und/oder Schaltelemente.

[0026] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird zudem vorgeschlagen, dass zumindest ei-

ner der Antennenlängsstäbe wenigstens ein weiteres Schaltelement aufweist, so dass vorteilhaft innerhalb der Antennenlängsstäbe induzierte Wirbelströme reduziert oder besonders vorteilhaft nahezu vollständig unterdrückt werden können. Vorzugsweise sind das wenigstens eine Schaltelement an einem Leiterelement oder mehrere Schaltelemente des Antennenlängsstabs an jeweils einem Leiterelement des Antennenlängsstabs angeordnet. Das zumindest eine weitere Schaltelement ist vorzugsweise von einem kapazitiven Element, insbesondere von einem Kondensator, gebildet.

[0027] Eine besonders platzsparende Anordnung innerhalb der Antennenlängsstäbe kann erreicht werden, wenn das zumindest eine weitere Schaltelement und die Hochfrequenzschaltelemente an unterschiedlichen Endbereichen des Antennenlängsstabs angeordnet sind.

[0028] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die Leitung innerhalb der Antennenlängsstäbe vor dem Endbereich mit den weiteren Schaltelementen zu der Versorgungseinheit abzweigt. Es kann vorteilhaft eine aufgrund des weiteren Schaltelements hervorgerufene Unterbrechung der Antennenlängsstäbe, insbesondere der einzelnen Leiterelemente, vorteilhaft zu einer Ansteuerung und/oder Versorgung der Hochfrequenzschalteinheiten überbrückt werden.

[0029] Ferner geht die Erfindung aus von einem Magnetresonanzgerät mit einer Magnetresonanzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

[0030] Weiterhin geht die Erfindung aus von einer Kombination von einem PET-System mit einem Magnetresonanzgerät, das eine Magnetresonanzantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 16 umfasst.

[0031] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen.

[0032] Es zeigen:

[0033] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Magnetresonanzantenne in einer aufgeschnittenen schematischen Darstellung,

[0034] Fig. 2 eine weitere Darstellung der Magnetresonanzantenne,

[0035] Fig. 3 eine weitere Darstellung der Magnetresonanzantenne in einem Bereich von Versorgungseinheiten und

[0036] Fig. 4 eine Magnetresonanzvorrichtung mit einer Magnetresonanzantenne in einer schematischen Darstellung.

[0037] In den **Fig. 1** bis **Fig. 3** ist eine erfindungsgemäße Magnetresonanzantenne **10** dargestellt. Die Magnetresonanzantenne **10** ist in diesem Ausführungsbeispiel von einer zylinderförmigen Ganzkörperantenne gebildet und in **Fig. 1** in einer aufgeschnittenen Draufsicht dargestellt. Grundsätzlich kann die Magnetresonanzantenne **10** in einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung auch von einer Lokalanterne gebildet sein.

[0038] Die Magnetresonanzantenne **10** weist eine Vielzahl Antennenlängsstäbe **11** und zwei Antennenendringe **12, 13** auf, die in einer Birdcage-Struktur **14** der Magnetresonanzantenne **10** angeordnet sind. Die Magnetresonanzantenne **10** weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel **16** Antennenlängsstäbe **11** auf, wobei eine Anzahl der Antennenlängsstäbe **11** je nach Ausgestaltung der Magnetresonanzantenne **10** variieren kann. Die Antennenlängsstäbe **11** sind beispielsweise von **18** um dicken Kupferleiterstreifen gebildet, die beiden Antennenendringe **12, 13** dagegen weisen ebenfalls Kupferleitstreifen auf, die auf einer flexiblen Leiterbahnfolie aufgebracht sind, die zylinderförmig um einen Untersuchungsraum zur Aufnahme eines Patienten angeordnet sind. Dabei sind die Antennenlängsstäbe **11** äquidistant und parallel zueinander ausgebildet, wobei die die Antennenlängsstäbe **11** auf einem zylinderförmigen Trägerelement **15**, das beispielsweise aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff gebildet ist, angeordnet sind (**Fig. 2** und **Fig. 3**). Zudem sind die Antennenlängsstäbe **11** beidseitig, entlang ihrer Längserstreckung **16** endseitig hochfrequenzmäßig mittels der beiden Antennenendringe **12, 13** miteinander verbunden.

[0039] Zwischen jeweils einzelnen Anschlussstellen direkt zueinander benachbarter Antennenlängsstäbe **11** weisen die beiden Antennenendringe **12, 13** jeweils Kondensatoren **17** auf, die als Resonanzkondensatoren ausgebildet sind. Des Weiteren weist einer der beiden Antennenendringe **12** zwei Anschlusselemente **18, 19** auf, mittels der die Magnetresonanzantenne **10** über Speiseleitungen **20, 21** an einen nicht näher dargestellten Hochfrequenzpulsgenerator angeschlossen ist. Die beiden Speiseleitungen **20, 21** sind dabei jeweils rechts und links neben einem der Resonanzkondensatoren **17** angeschlossen. Über diese Speiseleitungen **20, 21** erfolgt nicht nur eine Einspeisung von Hochfrequenzpulsen in einem Sendebetrieb der Magnetresonanzantenne **10**, sondern auch ein Abgriff von Magnetresonanzsignalen in einem Empfangsbetrieb. Drei der Resonanzkondensatoren **22** sind zudem einstellbar ausgeführt zu einer Feinjustage einer Resonanzfrequenz der Magnetresonanzantenne **10**. Diese drei Resonanzkondensatoren **22** sind an dem die Anschlusselementen **18, 19** aufweisenden Antennenendring **13** angeordnet.

[0040] Zu einer Verstimmung einer Eigenresonanzfrequenz gegenüber einer Arbeitsmagnetresonanzfrequenz weist die Magnetresonanzantenne **10** eine Vielzahl an Hochfrequenzschaltelementen **23** auf, die jeweils von einer Pin-Diode **30** gebildet sind. Diese Pin-Dioden **30** sind jeweils an einem Endbereich **24** der Antennenlängsstäbe **11** angeordnet, wobei alle Pin-Dioden **30** an dem dem ersten Antennenendring **13** zugewandten Endbereichen **24**, der dem Antennenendring **12** mit den Anschlusselementen **18, 19** abgewandt ist, der Antennenlängsstäbe **11** angeordnet sind. Zudem weisen die Antennenlängsstäbe **11** zu einer Unterdrückung von in den Antennenlängsstäbe **11** induzierten Wirbelströmen jeweils Leiterelemente **25, 26** auf, die parallel entlang der Längsrichtung **16** der Antennenlängsstäbe **11** zueinander angeordnet sind. Die Leiterelemente **25, 26** sind beispielsweise aufgrund von in dem Kupferleiterelement angeordneten, schlitzförmigen Ausnehmungen **27** gebildet, so dass die einzelnen Leiterelemente **25, 26** durch diese schlitzförmigen Ausnehmungen **27** voneinander getrennt sind. Jeder der Antennenlängsstäbe **11** weist vier Leiterelemente **25, 26** auf, wobei an jeweils zwei der vier Leiterelemente **25** jeweils eine Pin-Diode **30** an einem Endbereich **28** der Leiterelemente **25** angeordnet ist. Die Pin-Dioden **30** sind zudem an den jeweils zwei äußeren der vier, nebeneinander angeordneten Leiterelemente **25** angeordnet.

[0041] Die Anordnung der Pin-Dioden **30** an zwei von den vier Leiterelementen **25** der Antennenlängsstäbe **11** bewirkt eine Induktivitätsänderung in den Antennenlängsstäben **11** aufgrund einer Änderungen eines wirksamen Stabquerschnitts. Hierdurch ändert sich auch eine Eigenresonanzfrequenz der Antennenlängsstäbe **11**, so dass diese von einer Arbeitsmagnetresonanzfrequenz entkoppelt und/oder separiert werden kann. Zudem kann durch die Anordnung der Pin-Dioden **30** an den Endbereichen **24** ein Zentralbereich der Birdcage-Struktur **14** frei von elektrischen Strömen sein und somit eine unerwünschte Beeinträchtigung eines Hauptmagnetfelds, in dem die Magnetresonanzantenne **10** angeordnet ist, verhindert werden.

[0042] An den Antennenlängsstäben **11** sind zudem weitere Schaltelemente **29** der Magnetresonanzantenne **10** angeordnet. Diese weiteren Schaltelemente **29** sind von Kondensatoren gebildet, die als Blockkondensatoren **31** ausgebildet sind. An jedem der Antennenlängsstäbe **11** sind jeweils zwei Blockkondensatoren **31** angeordnet, wobei die Blockkondensatoren **31** an jeweils einem den Pin-Dioden **30** abgewandten Endbereich **32** der Leiterelemente **25** angeordnet sind. Zudem sind die Blockkondensatoren **31** an jeweils den äußeren Leiterelementen **25** der Antennenlängsstäbe **11** angeordnet. Mittels dieser Blockkondensatoren **31** sind die Leiterelemente **25** unterbrochen, so dass auch eine galvanische Verbindung von den beiden Leiterelementen **25** zu dem An-

tennenendring **12** unterbrochen ist. Mittels dieser Unterbrechungen der Leiterelemente **25** bzw. mittels der Blockkondensatoren **31** können innerhalb der Antennenlängsstäbe **11** induzierte Wirbelströme vorteilhaft reduziert und/oder unterdrückt werden.

[0043] Die Magnetresonanzantenne **10** weist zu einer Versorgung und/oder Ansteuerung der Pin-Dioden **20** vier Versorgungseinheiten **33, 34** auf, wobei mittels einer Versorgungseinheit **33, 34** eine Versorgung und/oder Ansteuerung jeweils aller an vier, nebeneinander angeordneten Antennenlängsstäben **11** angeordneten Pin-Dioden **31** erfolgt. In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung kann Anzahl der Versorgungseinheiten **33, 34** variieren und/oder an eine geänderte Ausgestaltung der Birdcage-Struktur **14** angepasst werden. Zudem kann auch eine Anzahl an Pin-Dioden **31**, die von einer Versorgungseinheit **33, 34** angesteuert und/oder versorgt werden, variiert werden. Vorteilhafterweise weist die Magnetresonanzantenne **10** jedoch mindestens zwei Versorgungseinheiten **33, 34** auf, so dass ein Platz zwischen diesen Versorgungseinheiten **33, 34** für die Speiseleitungen **20, 21** zu dem Antennenendringen **12** genutzt werden kann.

[0044] Die Versorgungseinheiten **33, 34** sind außerhalb des zwischen den beiden Antennenendringen **12, 13** umschlossenen Bereichs angeordnet und platzsparend an einer den Speiseleitungen **20, 21** zugewandten Seite der Birdcage-Struktur **14** neben dieser angeordnet. Die Speiseleitungen **20, 21** werden dabei jeweils in einem Bereich zwischen zwei Versorgungseinheiten **33, 34** bis zu dem Antennenendring **12** geführt.

[0045] Diese Versorgungseinheiten **33, 34** weisen jeweils eine Platine **35** mit zumindest zwei leitenden Lagen auf, wobei jeweils eine erste leitenden Lage der Platine **35** für eine Zuführung von Gleichstrom zur Versorgung und/oder Ansteuerung der Pin-Dioden **30** und eine zweite leitenden Lage der Platine **35** für eine Rückführung von Gleichstrom ausgelegt ist. Des Weiteren weisen diese Versorgungseinheiten **33, 34** für jede Pin-Diode **30**, die von dieser Versorgungseinheit **33, 34** angesteuert und/oder versorgt wird, zwei induktive Schaltelemente **36** auf, die jeweils von einer Drosselspule **37** gebildet sind. Über eine erste der beiden Drosselspulen **37** erfolgt die Zuführung des Gleichstroms zu der Pin-Diode **30** und über eine zweite der beiden Drosselspulen **37** erfolgt die Rückführung des Gleichstroms. Für die beiden an einem Antennenlängsstab **11** angeordneten Pin-Dioden **20** stehen somit im vorliegenden Ausführungsbeispiel vier Drosselspulen **37** zur Verfügung. In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist es zudem denkbar, dass eine Drosselspule **37** für die Zuführung und/oder Rückführung von Gleichstrom von zumindest zwei Pin-Dioden **30** ausgelegt ist.

[0046] Die Drosselspulen **37** zur Zuführung des Gleichstroms sind mit der ersten Lage der jeweiligen Platine **35** und die Drosselspule **37** zur Rückführung des Gleichstroms sind mit der zweiten Lage der jeweiligen Platine **35** verbunden. Die vier Drosselspulen **37** für die Versorgung und/oder Ansteuerung der an einem Antennenlängsstab **11** angeordneten Pin-Dioden **20** sind parallel zueinander außerhalb der Birdcage-Struktur **14** bzw. außerhalb des zwischen den beiden Antennenendringen **12, 13** angeordneten Bereichs angeordnet. Die Drosselspulen **37** bewirken aufgrund ihres hohen ohmschen Widerstands, der in einem Bereich von ca. 1Ω bis 3Ω angeordnet sein kann, in einem Betrieb der Magnetresonanzantenne **10**, dass der von den Versorgungseinheiten **33, 34** in Richtung der Pin-Dioden **30** geführte Gleichstrom gleichmäßig verteilt wird, so dass an allen Pin-Dioden **30** im Wesentlichen ein gleicher Gleichstrom ist. Zudem wirken die Pin-Dioden **30** als Tiefpassfilter, so dass eine hochfrequente Verbindung zwischen den Antennenlängsstäben **11** und/oder dem Antennenendring **12** und den Versorgungseinheiten **33, 34** unterbunden ist. Das sowohl die Zuführung als auch die Rückführung von Gleichstrom zu bzw. von den Pin-Dioden **30** durch die Drosselspulen **37** erfolgt, wird im Betrieb der Magnetresonanzantenne **10** ein hochfrequenter Einfluss der Gleichstromversorgung der Pin-Dioden **30** auf eine Resonanzstruktur bzw. auf die Birdcage-Struktur **14** der Magnetresonanzantenne **10** minimiert und die Gleichstromversorgung der Pin-Dioden **30** ist nahezu entkoppelt von der Resonanzstruktur.

[0047] Eine Zuführung und Rückführung des Gleichstroms von den Drosselspulen **37** zu den Antennenlängsstäben **11** und zurück erfolgt über Leitungen **40, 41** der Versorgungseinheiten **33, 34**. Für die Zuführung erfolgt die Leitung **40** über den Antennenendring **12**, wobei dieser galvanisch mit den beiden mittleren Leiterelementen **26** der Antennenlängsstäbe **11** verbunden ist. Die für die Rückführung vorgesehenen Leitungen **41** sind direkt mit den zwei äußeren Leiterelementen **25** der Antennenlängsstäbe **11** verbunden, wobei ein Anschlusspunkt entlang einer Richtung von den Pin-Dioden **30** zu den Blockkondensatoren **31** vor den Blockkondensatoren **31** erfolgt, so dass zwischen den Anschlusspunkten und den Pin-Dioden **30** keine weitere Unterbrechung der Leiterelemente **26** vorliegt. Im Betrieb der Magnetresonanzantenne **10** wird somit für jede der Pin-Dioden **30** ein Gleichstrom über die für die Zuführung vorgesehene Drosselspule **37** und von dieser über den Antennenendring **12** und einem der mittleren Leiterelemente **25** des jeweiligen Antennenlängsstabs **11** auf die Pin-Diode **30** geleitet, wobei hierzu die Leiterelemente **25, 26** der Antennenlängsstäbe **11** an dem die Pin-Diode **30** aufweisenden Endbereich **28** leitend bzw. galvanisch miteinander verbunden sind. Von der Pin-Diode **30** erfolgt eine Rückführung des Gleichstroms entlang der äußeren, die Pin-Diode **30**

aufweisende Leiterelemente **26** in Richtung des Anschlusspunktes und von diesem über die Leitung **41** zu der Drosselspule **37**.

[0048] Die vier Versorgungseinheiten **33**, **34** weisen eine gemeinsame Anschlusseinheit **42** für einen Spannungsanschluss auf. Hierzu ist eine der vier Versorgungseinheiten **33** mit den beiden benachbarten Versorgungseinheiten **34** Strom leitend bzw. galvanisch mittels Gleichspannungsleitungen **47**, **48** verbunden. Eine vierte der Versorgungseinheiten **33** und eine der drei Versorgungseinheiten **33** sind jeweils an der gemeinsamen Anschlusseinheit **42** angeschlossen. Die Anschlusseinheit **42** weist Drossel-elemente **43** auf, die ebenfalls eine Funktion, ein Einkoppeln von Hochfrequenzsignale zu unterdrücken, aufweisen. An diesen Drossel-elementen **34** werden zwei Gleichspannungsleitungen **44** zur Zuführung des Gleichstroms zusammengeführt und die beiden Gleichspannungsleitungen **45** zur Rückführung des Gleichstroms zusammengeführt. Zwischen jeder der beiden Versorgungseinheiten **33** und einer Zusammenführung der Gleichspannungsleitungen **44**, **45** ist jeweils ein weiteres Schaltelement angeordnet, das von einer Mantelwellensperre **46** gebildet ist. Diese Mantelwellensperren **46** weisen eine Funktionsweise von Drossel-elementen auf, so dass mittels dieser Mantelwellensperren **46** ein Einkoppeln von Hochfrequenzsignalen verhindert ist.

[0049] Die Gleichspannungsleitungen **44**, **45**, **47**, **48** für die Zuführung und die Rückführung von Gleichstrom sind zudem nahe beieinander angeordnet, um unerwünschte Verzerrungen eines statischen Hauptmagnetfelds innerhalb eines Untersuchungsbereichs bzw. eines Field of View der Magnetresonanzantenne **10** zu unterdrücken. Die Gleichspannungsleitungen **44**, **45**, **47**, **48** für die Zuführung und die Rückführung von Gleichstrom erzeugen im Betrieb der Magnetresonanzantenne **10** jeweils ein Magnetfeld, wobei die beiden Magnetfelder der Leitungen für die Zuführung und die Rückführung zueinander entgegengerichtet sind. Je näher die beiden Gleichstromleitungen **44**, **45**, **47**, **48** an dem Untersuchungsbereich bzw. dem Field of View innerhalb der Magnetresonanzantenne **10** angeordnet sind, desto stärker wirken sich deren Magnetfelder auf das Hauptmagnetfeld aus und können dort zu unerwünschten Verzerrungen führen. Diesem Effekt kann zumindest teilweise entgegengewirkt werden, indem die beiden Gleichstromleitungen **44**, **45**, **47**, **48** zur Zuführung und Rückführung von Gleichstrom möglichst nahe beieinander angeordnet werden und die beiden Magnetfelder sich zumindest teilweise kompensieren. Ein Abstand zwischen den beiden Gleichspannungsleitungen **44**, **45**, **47**, **48** zur Zuführung und zur Rückführung von Gleichstrom beträgt dabei maximal 2 bis 3 cm, besonders vorteilhaft jedoch ist der Abstand der beiden Gleichstromleitungen **44**, **45**, **47**, **48** kleiner als 1 cm. Zudem können die beiden Gleichstrom-

leitungen **44**, **45**, **47**, **48** zur Zuführung und zur Rückführung von Gleichstrom auch miteinander verdrillt sein, wie dies in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt ist, so dass sich die beiden durch die beiden Gleichstromleitungen **44**, **45**, **47**, **48** induzierten Magnetfelder im Wesentlichen kompensieren und/oder zu einem geringen Restmagnetfeld führen. Dies betrifft sowohl die Gleichspannungsleitungen **47**, **48** zwischen den einzelnen Versorgungseinheiten **33**, **34** als auch die Gleichspannungsleitungen **44**, **45** zwischen den Versorgungseinheiten **33** und der gemeinsamen Anschlusseinheit **43**.

[0050] Die vorliegende Erfindung bietet eine in ihrer Funktion äußerst wirksame und in der Herstellung kosteneffiziente Lösung der Verstimmproblematik einer in einer Birdcage-Struktur **14** aufgebauten Magnetresonanzantenne **10** bei höheren Magnetfeldstärken. Die Führung der für die Verstimmung notwendigen Gleichstromsignale durch einen hochfrequenzaktiven Bereich der Birdcage-Struktur **14** findet ohne eine Störung der Hochfrequenzfunktionalität statt.

[0051] Zudem ist die vorliegende Erfindung jedoch nicht auf das oben beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Beispielsweise können in einer alternativen Ausgestaltung alle Leiterelementen **25**, **26** mit jeweils einem Hochfrequenzschaltelement **23** versehen sein. Obwohl die Erfindung überwiegend am Beispiel von Magnetresonanzgeräten im medizinischen Bereich beschrieben wurde, sind die Einsatzmöglichkeiten der Erfindung nicht auf diesen Bereich beschränkt, sondern die Erfindung kann ebenso auch in wissenschaftlichen und/oder industriellen Anlagen genutzt werden.

[0052] In **Fig. 4** ist ein erfindungsgemäßes Magnetresonanzgerät **100** dargestellt, das die Magnetresonanzantenne **10** umfasst. Das Magnetresonanzgerät **100** umfasst eine Hauptmagneten **101** zu einer Erzeugung eines Hauptmagnetfelds **102**. Zudem weist das Magnetresonanzgerät **100** einen zylinderförmigen Aufnahmebereich **103** auf zu einer Aufnahme eines Patienten, wobei der Hauptmagnet **101** zylinderförmig um den Aufnahmebereich **103** angeordnet ist. Zwischen dem Aufnahmebereich **103** und dem Hauptmagneten **101** sind zudem Gradientenspulen **105** des Magnetresonanzgerätes **100** angeordnet, die zu einer Erzeugung von Magnetfeldgradienten vorgesehen sind. Des Weiteren ist zwischen dem Aufnahmebereich **103** und den Gradientenspulen **105** die Magnetresonanzantenne **10** angeordnet zu einer Anregung einer Polarisation, die sich in dem von dem Hauptmagneten **101** erzeugten Hauptmagnetfeld **102** einstellt.

[0053] Zu einer Steuerung des Hauptmagneten **101**, der Gradienteneinheit **105** und der Magnetresonanzantenne **10** weist das Magnetresonanzgerät **100** eine

Steuereinheit **106** auf. Steuerinformationen wie beispielsweise Bildgebungsparameter, sowie rekonstruierte Magnetresonanzbilder können auf einer Anzeigeeinheit **107** des Magnetresonanzgerätes **100** angezeigt werden. Zudem weist das Magnetresonanzgerät **100** eine Eingabeeinheit **108** auf, mittels der Informationen und/oder Parameter während eines Messvorgangs von einem Bediener eingegeben werden können.

Patentansprüche

1. Magnetresonanzantenne, welche in einer Birdcage-Struktur (**14**) angeordnete, parallel verlaufende Antennenlängsstäbe (**11**) und die Antennenlängsstäbe (**11**) endseitig hochfrequenzmäßig verbindende Antennenendringe (**12, 13**) aufweist, mit einer Mehrzahl von Hochfrequenzschaltelementen (**23**), um zumindest einen Teil der Antennenlängsstäbe (**11**) zu einer Verstimmung einer Eigenresonanzfrequenz gegenüber einer Arbeitsmagnetresonanzfrequenz hochfrequenzmäßig zu unterbrechen, wobei die Hochfrequenzschaltelemente (**23**) zumindest teilweise an Endbereichen (**24**) der Antennenlängsstäbe (**11**) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der Antennenlängsstäbe (**11**) wenigstens ein weiteres Schaltelement (**29**) aufweist und das zumindest eine weitere Schaltelement (**29**) und die Hochfrequenzschaltelemente (**23**) an unterschiedlichen Endbereichen (**24, 32**) des Antennenlängsstabs (**11**) angeordnet sind.
2. Magnetresonanzantenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antennenlängsstäbe (**11**) jeweils zumindest zwei parallel verlaufende Leiterelemente (**25, 26**) aufweisen.
3. Magnetresonanzantenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest teilweise die Hochfrequenzschaltelemente (**23**) an Endbereichen (**28**) der parallel verlaufenden Leiterelemente (**25, 26**) angeordnet sind.
4. Magnetresonanzantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hochfrequenzschaltelemente (**23**) an jeweils nur einem Endbereich (**24**) der Antennenlängsstäbe (**11**) angeordnet sind und diese Endbereiche (**24**) einem ersten Antennenendring (**13**) zugewandt an den Antennenlängsstäben (**11**) angeordnet sind.
5. Magnetresonanzantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zumindest eine gemeinsame Versorgungseinheit (**33, 34**), die zu einer Versorgung und/oder Ansteuerung der Hochfrequenzschaltelemente (**23**) von zumindest zwei Antennenlängsstäben (**11**) vorgesehen ist.
6. Magnetresonanzantenne nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Versorgungseinheit (**33, 34**) eine Platine (**35**) mit zumindest zwei leitenden Lagen aufweist.
7. Magnetresonanzantenne zumindest nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Versorgungseinheit (**33, 34**) für eine Ansteuerung und/oder Versorgung zumindest einer Hochfrequenzschalteinheit (**23**) zumindest ein induktives Schaltelement (**36**) aufweist.
8. Magnetresonanzantenne nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine induktive Schaltelement (**36**) außerhalb eines zwischen den beiden Antennenendringen (**12, 13**) angeordneten Bereichs angeordnet ist.
9. Magnetresonanzantenne zumindest nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Versorgungseinheit (**33, 34**) zumindest eine Leitung (**41**) aufweist, die von dem zumindest einem induktiven Schaltelement (**36**) zum Antennenlängsstab (**11**) über und/oder unter zumindest einem der Antennenendringe (**12**) geführt ist.
10. Magnetresonanzantenne zumindest nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Versorgungseinheit (**33, 34**) zumindest eine Leitung (**40**) aufweist, die von dem zumindest einem induktiven Schaltelement (**36**) durch zumindest einen zumindest teilweise galvanisch mit dem Antennenlängsstab (**11**) verbundenen Antennenendring (**12**) zum Antennenlängsstab (**11**) verläuft.
11. Magnetresonanzantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zumindest zwei Versorgungseinheiten (**33, 34**) zu einer Versorgung und/oder Ansteuerung von allen an den Antennenlängsstäben (**11**) angeordneten Hochfrequenzschaltelementen (**23**).
12. Magnetresonanzantenne nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Versorgungseinheiten (**33, 34**) eine gemeinsame Anschlusseinheit (**42**) für einen Spannungsanschluss aufweisen.
13. Magnetresonanzantennen nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anschlusseinheit (**42**) zumindest ein Drosselement (**43**) aufweist.
14. Magnetresonanzantenne nach Ansprüche 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leitung (**41**) innerhalb der Antennenlängsstäben (**11**) vor dem Endbereich (**32**) mit den weiteren Schaltelementen (**29**) zu der Versorgungseinheit (**33, 34**) abzweigt.

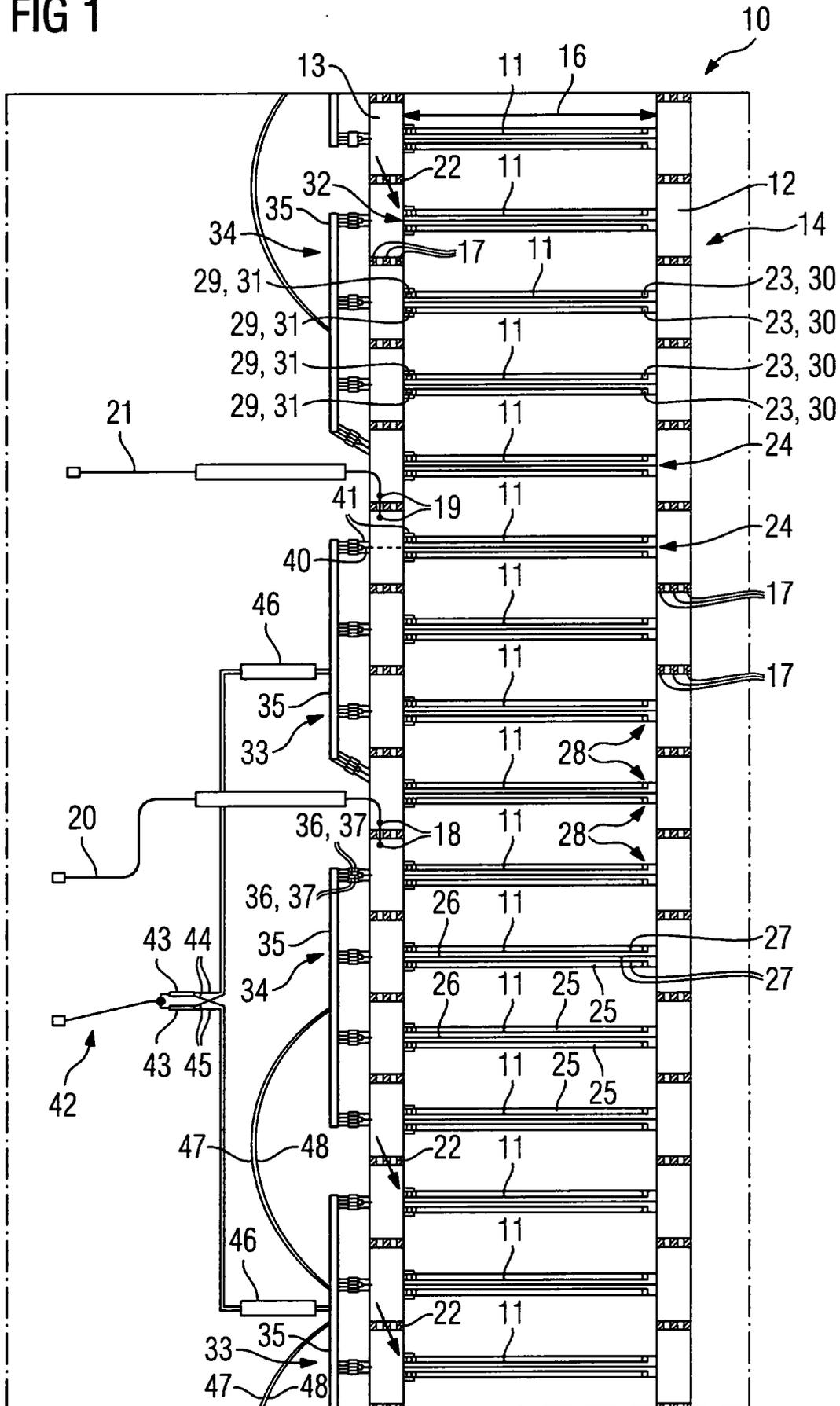
15. Magnetresonanzgerät mit einer Magnetresonanzantenne (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

16. Kombination von einem PET-System mit einem Magnetresonanzgerät (**100**), das eine Magnetresonanzantenne (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 umfasst.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1



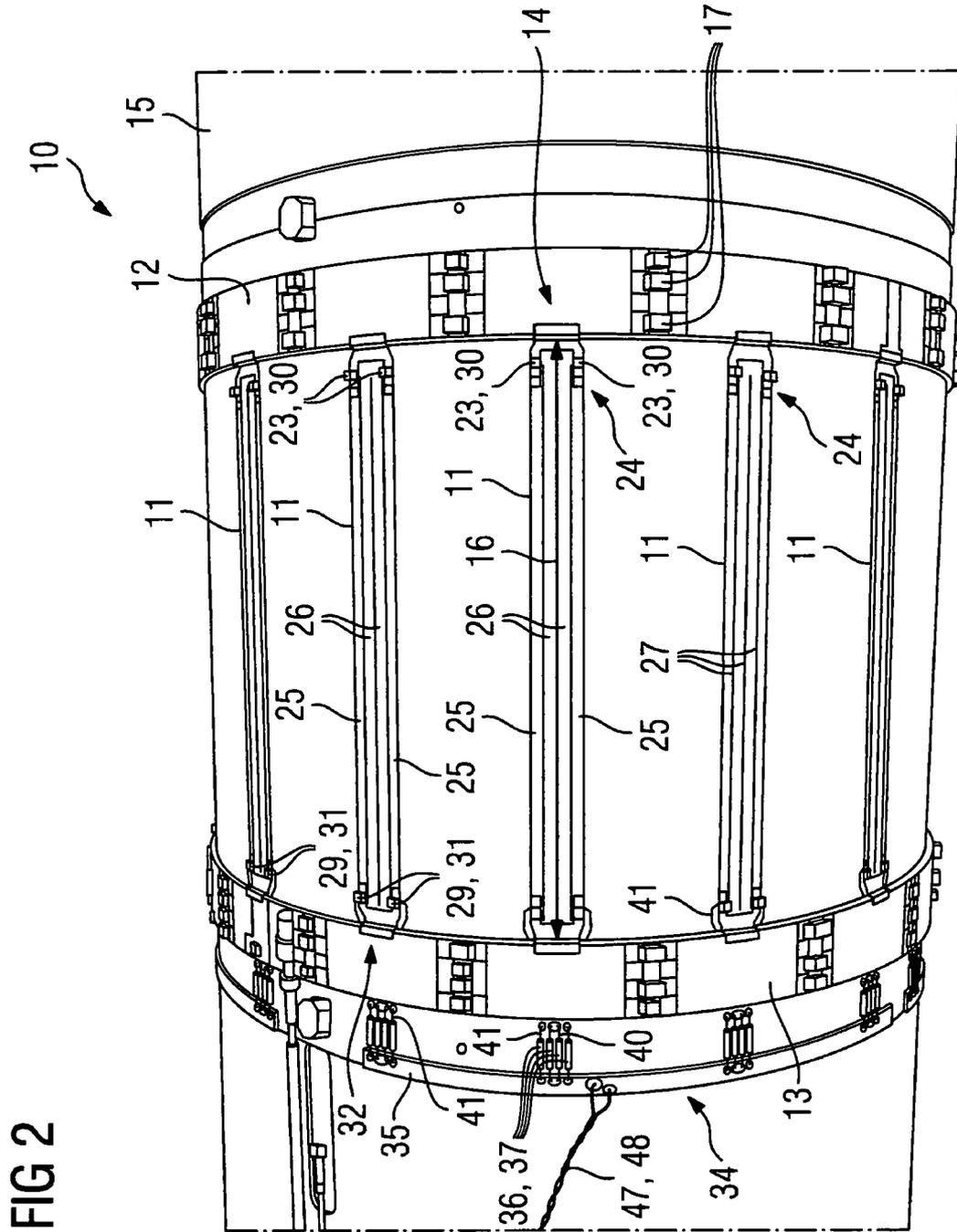


FIG 4

