



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 036 513 A1** 2006.08.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 036 513.2**

(22) Anmeldetag: **03.08.2005**

(43) Offenlegungstag: **03.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 33/3415** (2006.01)

A61B 5/055 (2006.01)

G01R 33/341 (2006.01)

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:

Ladebeck, Ralf, 91052 Erlangen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 103 34 170 B3

DE 195 05 062 A1

US 54 30 378 A

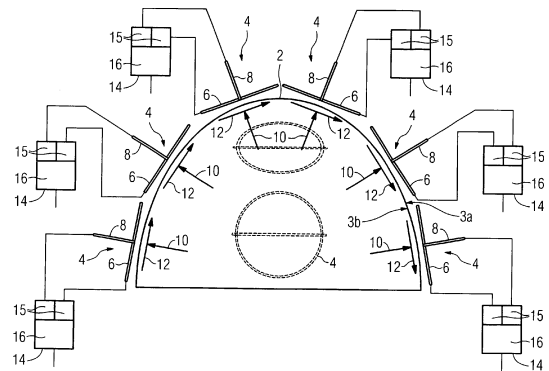
US 63 17 091 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Magnetresonanz-Antennenarray**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Magnetresonanz-Antennenarray mit einem patientennahen Bereich (3b), in dem eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Arrayelementen (4) angeordnet ist. Jedes Arrayelement (4) umfasst ein erstes und ein von dem ersten entkoppeltes zweites Antennenelement (6 bzw. 8). Die ersten Antennenelemente (6) sind mit ihren Leitern in dem Bereich (3b) angeordnet. Die zweiten Antennenelemente (8) umfassen jeweils einen ersten Leiterabschnitt (22), der in dem Bereich (3b) angeordnet ist. Die zweiten Antennenelemente (8) umfassen jeweils weitere Leiterabschnitte (24), die vom Patienten weg außerhalb des Bereichs (3b) angeordnet sind. Die ersten Leiterabschnitte (22) bilden mit den weiteren Leiterabschnitten (24) eine Leiterschleife.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Magnetresonanz-Antennenarray mit einem patientennahen Bereich, in dem eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Arrayelementen angeordnet ist, wobei jedes Arrayelement ein erstes und ein von dem ersten entkoppeltes zweites Antennenelement umfasst.

Stand der Technik

[0002] Ein dementsprechendes Magnetresonanz-Antennenarray mit einem patientennahen Bereich, in dem eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Arrayelementen angeordnet ist, ist aus der DE 195 05 062 A1 bekannt. Das dort beschriebene Magnetresonanz-Antennenarray ist helmartig ausgebildet und zur Untersuchung des Kopfes vorgesehen. Die Arrayelemente ermöglichen den Empfang von zirkular polarisierten Magnetresonanzsignalen. Die einzelnen Arrayelemente bestehen aus zwei Antennenelementen zum Empfang des linearen Anteils der zirkular polarisierten Magnetresonanzsignale. In einer ersten Ausführungsform ist ein erstes Antennenelement als einfache Leiterschleife und ein zweites Antennenelement als Butterfly-Antenne mit einer 8-förmigen Leiterstruktur ausgebildet. Eine zweite Ausführungsform des Arrayelements umfasst zwei Butterfly-Antennen, die um 90° verdreht zueinander angeordnet sind.

[0003] Aus der US 5,430,378 ist ein Magnetresonanz-Antennenarray bekannt, das zur Untersuchung der unteren Extremitäten des menschlichen Körpers ausgebildet ist. Das Magnetresonanz-Antennenarray umfasst zwei lineare Arrays. Das erste lineare Array ist in einer horizontalen Ebene und das zweite lineare Array ist in einer vertikalen Ebene angeordnet, die die horizontale Ebene schneidet. Jedes Antennenelement aus der horizontalen Ebene ist über ein Kombinationsnetzwerk mit einem Antennenelement aus der vertikalen Ebene verbunden, um die zirkular polarisierten Empfangssignale der beiden Antennenelemente phasenrichtig zu addieren.

[0004] In der US 6,317,091 ist eine Anordnung beschrieben, mit der ein Magnetresonanzsignal örtlich verstärkt in eine davon räumlich entfernte Empfangsantenne magnetisch eingekoppelt werden kann. Eine der dort beschriebenen Ausführungsformen ist zur Anwendung auf der Oberfläche eines Untersuchungsobjekts ausgebildet. Die Ausführungsform umfasst ein Butterfly-Antennenelement, das in der Auflagefläche der Anordnung angeordnet ist. Senkrecht zur Auflagefläche und symmetrisch zum Butterfly-Antennenelement ist als weiteres Antennenelement eine Leiterschleife angeordnet. Die beiden Antennenelemente sind elektrisch voneinander getrennt. Sie sind jedoch so zueinander angeordnet, dass sie jedoch eine starke magnetische Kopplung

zueinander besitzen.

[0005] Mit Hilfe von Array-Antennen lässt sich bei der Magnetresonanzbildgebung das Signal-Rauschverhältnis und damit die Bildqualität erhöhen. Dabei gilt es, den mit der Erhöhung der Anzahl der Arrayelemente erzielbaren Signalgewinn dem dann notwendigen Aufwand, z.B. für die Hochfrequenz-Empfangskanäle und für den Bildrechner sowie für die benötigte Rekonstruktionszeit, gegenüber zu stellen, um ein Optimum zu erzielen. Zusätzlich muss dabei berücksichtigt noch werden, dass mit der Erhöhung der Anzahl der Arrayelemente auch die Antennenverluste im Vergleich zu den Patientenverlusten steigen. Experimente haben ergeben, dass für eine Ganzkörperbildgebung ein Optimum bei circa 50 Arrayelementen liegt. Dies bedeutet zum Beispiel, dass für eine Kopfantenne ein Optimum bei ca. 10 bis 15 einzelnen Arrayelementen liegt, die auf der Kopfoberfläche verteilt anzuordnen sind. Wird eine derartige Kopfantenne aus linearen Arrayelementen mit zum Beispiel Leiterschleifen aufgebaut, dann besitzen diese eine maximale Empfindlichkeit nur für Signale mit magnetischen Flussänderungen, die senkrecht durch die Leiterschleifenfläche gehen. Ist die magnetische Komponente des Magnetresonanzsignals schräg zur Leiterschleifenfläche ausgerichtet, vermindert sich das Empfangssignal und damit das Signal-Rauschverhältnis entsprechend.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Magnetresonanz-Antennenarray anzugeben, bei dem das Signal-Rauschverhältnis weiter verbessert ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Demgemäß ist vorgesehen, dass die ersten Antennenelemente mit ihren Leitern in dem Bereich angeordnet sind, dass die zweiten Antennenelemente jeweils einen ersten Leiterabschnitt umfassen, der in dem Bereich angeordnet ist, dass die zweiten Antennenelemente jeweils weitere Leiterabschnitte umfassen, die vom Patienten weg außerhalb des Bereichs angeordnet sind, und dass jeweils die ersten mit den weiteren Leiterabschnitten eine Leiterschleife bilden.

[0009] Die vorliegende Erfindung geht von der Tatsache aus, dass ein linear polarisierendes Arrayelement nur Komponenten von Flussänderungen detektieren kann, die senkrecht durch das Arrayelement treten. Durch die Kombination mit einem weiteren Antennenelement analog zur klassischen zirkular polarisierenden Antennenanordnung ist jedes Arrayelement nun auch in der Lage, Komponenten von Flussänderungen zu detektieren, die nicht senkrecht zum

ersten Antennenelement ausgerichtet sind.

Ausführungsbeispiel

[0010] Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung wieder. Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von zwei Figuren erläutert. Es zeigen:

[0011] [Fig. 1](#) in einer Seitenansicht ein Magnetresonanz-Antennenarray, das als Kopfantenne ausgebildet ist und auf einem helmartigen Träger angeordnet ist,

[0012] [Fig. 2](#) in einer Draufsicht die Leiteranordnung eines Arrayelements der Magnetresonanz-Arrayantenne nach [Fig. 1](#) und

[0013] [Fig. 3](#) eine Seitenansicht des Arrayelements nach [Fig. 2](#).

[0014] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Ausführungsform des Magnetresonanz-Antennenarrays ist für Kopfuntersuchungen vorgesehen und umfasst einen helmartigen Träger **2**. Der Träger **2** ist hier nur schematisch dargestellt. Er kann mit Öffnungen versehen sein, um den Patientenkomfort zu erhöhen und um gegebenenfalls eine bessere Zugänglichkeit des Arztes zu dem Untersuchungsgebiet zu gewährleisten. Der Träger **2** besteht aus einem magnetresonanzkompatiblen Material. Auf einer äußeren Oberfläche **3a** des helmartigen Trägers **2** ist eine Vielzahl von Arrayelementen **4** angeordnet. In [Fig. 1](#) sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nur 8 Arrayelemente **4** angeordnet, ein Optimum liegt bei 10 bis 15 Arrayelementen **4**. Jedes Arrayelement **4** besteht aus einem ersten Antennenelement **6** und einem zweiten Antennenelement **8**. Die ersten und zweiten Antennenelemente **6** und **8** sind im Wesentlichen als Leiterschleifen ausgebildet.

[0015] Die äußere Oberfläche **3a** des helmartigen Trägers **2** begrenzt einen patientennahen Bereich **3b** des Antennenarrays, also des Bereichs des Antennenarrays, der bei der Bildgebung dem Patienten am nächsten liegt. Die ersten Antennenelemente **6** sind mit ihren Leitern in dem patientennahen Bereich **3b** angeordnet. Damit besitzen die ersten Antennenelemente **6** ihre maximale Empfindlichkeit für Magnetresonanzsignale, deren magnetische Komponente senkrecht zur Fläche ausgerichtet ist, die von den Leitern der ersten Antennenelemente umschlossen ist. Dies ist in [Fig. 1](#) durch die Pfeile **10** symbolisiert.

[0016] Die zweiten Antennenelemente **8** sind derart angeordnet, dass sie im Wesentlichen Signale aus demselben Gebiet empfangen wie die Antennenelemente **6**. Des Weiteren sind die Antennenelemente **8** magnetisch von den Antennenelementen **6** entkoppelt, was hier durch eine symmetrische Anordnung

der beiden Antennenelemente **6** und **8** zueinander erreicht wird. Restkopplungen können mit herkömmlichen Mitteln durch zusätzliche Kapazitäten noch kompensiert werden. Die Antennenelemente **8** besitzen ihre maximale Empfindlichkeit für Signale, die im Wesentlichen parallel zur Fläche der ersten Antennenelemente **6** ausgerichtet sind, also parallel zur Oberfläche **3a** des Trägers **2**. Dies ist in [Fig. 1](#) durch Pfeile **12** symbolisiert.

[0017] Die ersten und zweiten Antennenelemente **6**, **8** sind jeweils mit einer Signalkombinationsschaltung **14** elektrisch verbunden, mit dem die Signale nach einer Phasendrehung eines der Signale um 90° zu einem einzigen Signal kombiniert werden. Der Aufbau der Signalkombinationsschaltung **14** entspricht im Wesentlichen dem Aufbau eines herkömmlichen Kombinationsnetzwerks für zirkular polarisierte Antennen. Da die beiden Antennenelemente **6**, **8** unterschiedliche Empfindlichkeiten besitzen können, ist im Signalpfad von zumindest einem der Antennenelemente **6**, **8** eine Gewichtungsstufe **15** vorgesehen. Hier sind in den beiden Signalpfaden Gewichtungsstufen **15** vorgesehen. Den Gewichtungsstufen **15** folgt dann die eigentliche Kombinationsstufe **16** der Signalkombinationsschaltung **14**.

[0018] Bei beliebig ausgerichteten Magnetresonanzsignalen werden sowohl von dem ersten Antennenelement **6** wie auch von dem zweiten Antennenelement **8** entsprechende Komponenten der Signale empfangen, die dann im Kombinationsnetzwerk **14** zu einem Gesamtsignal phasenrichtig addiert werden. Damit ist ein linear polarisierter Empfang unabhängig von der Richtung des Magnetresonanzsignals möglich.

[0019] [Fig. 2](#) zeigt in einer Draufsicht Einzelheiten eines Arrayelements **4** des Antennenarrays. Das erste Antennenelement **6** besitzt eine kreisförmige Leiterführung. Das zweite Antennenelement **8** ist bezüglich des ersten Antennenelements **6** symmetrisch angeordnet. Damit sind die beiden Antennenelemente **6**, **8** voneinander magnetisch entkoppelt. Der Leiter des Antennenelements **6** ist an einer geeigneten Stelle unterbrochen, die wiederum von einem Abstimmkondensator **18** überbrückt wird. Mit dem Abstimmkondensator **18** sind auch Signalanschlüsse **20** des Antennenelements **6** verbunden.

[0020] [Fig. 3](#) zeigt das Antennenarray **4** der [Fig. 2](#) in einer Seitenansicht. Zu erkennen ist hier, dass ein erster Leiterabschnitt **22** des zweiten Antennenelements in dem patientennahen Bereich **3b** angeordnet ist. Der patientennahe Bereich **3b** ist in [Fig. 3](#) symbolisch durch eine gestrichelte Linie **26** begrenzt. Der erste Leiterabschnitt **22** ist gerade ausgebildet und an den Enden mit einem weiteren Leiterabschnitt **24**, der halbkreisförmig ausgebildet ist, zu einer geschlossenen Leiterschleife verbunden. Die zweiten

Leiterabschnitte **24** sind vom Patienten weg außerhalb des patientennahen Bereichs **3b** angeordnet. Das zweite Antennenelement **8** besitzt ebenfalls eine Unterbrechung in der Leiterstruktur, die mit einem Kondensator **18'** überbrückt ist. Der Kondensator **18'** ist analog wie bei dem ersten Antennenelement **6** mit Signalanschlüssen **20'** verbunden.

8. Magnetresonanz-Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Arrayelemente (**6, 8**) auf einem Träger (**2**) angeordnet sind, der Kopfform eines Patienten angepasst ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Magnetresonanz-Antennenarray mit einem patientennahen Bereich (**3b**), in dem eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Arrayelementen (**4**) angeordnet ist, wobei jedes Arrayelement (**4**) ein erstes und ein von dem ersten entkoppeltes zweites Antennenelement (**6** bzw. **8**) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Antennenelemente (**6**) mit ihren Leitern in dem Bereich (**3b**) angeordnet sind, dass die zweiten Antennenelemente (**8**) jeweils einen ersten Leiterabschnitt (**22**) umfassen, die in dem Bereich (**3b**) angeordnet ist, dass die zweiten Antennenelemente (**8**) jeweils weitere Leiterabschnitte (**24**) umfassen, die vom Patienten weg außerhalb des Bereichs (**3b**) angeordnet sind, und dass jeweils die ersten mit den weiteren Leiterabschnitten (**22, 24**) eine Leiterschleife bilden.

2. Magnetresonanz-Antennenarray nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Antennenelemente (**6**) linear polarisierend ausgebildet sind.

3. Magnetresonanz-Antennenarray nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiter der ersten Antennenelemente (**6**) einen kreisringförmig ausgebildet sind.

4. Magnetresonanz-Antennenarray nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Antennenelemente (**8**) linear polarisierend ausgebildet sind.

5. Magnetresonanz-Antennenarray nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Leiterabschnitte (**24**) der zweiten Arrayelemente (**8**) einen Halbring (**24**) bilden, deren Enden mit dem ersten Leiterabschnitt (**22**) verbunden sind.

6. Magnetresonanz-Antennenarray nach einem Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Array-Elemente mit einer Signalkombinationsschaltung (**14**) verbunden sind.

7. Magnetresonanz-Antennenarray nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet die Signalkombinationsschaltung (**14**) eine Gewichtungsstufe (**15**) und eine Kombinationsstufe (**16**) umfasst und dass die Gewichtungsstufe (**15**) vor der Kombinationsstufe (**16**) angeordnet ist.

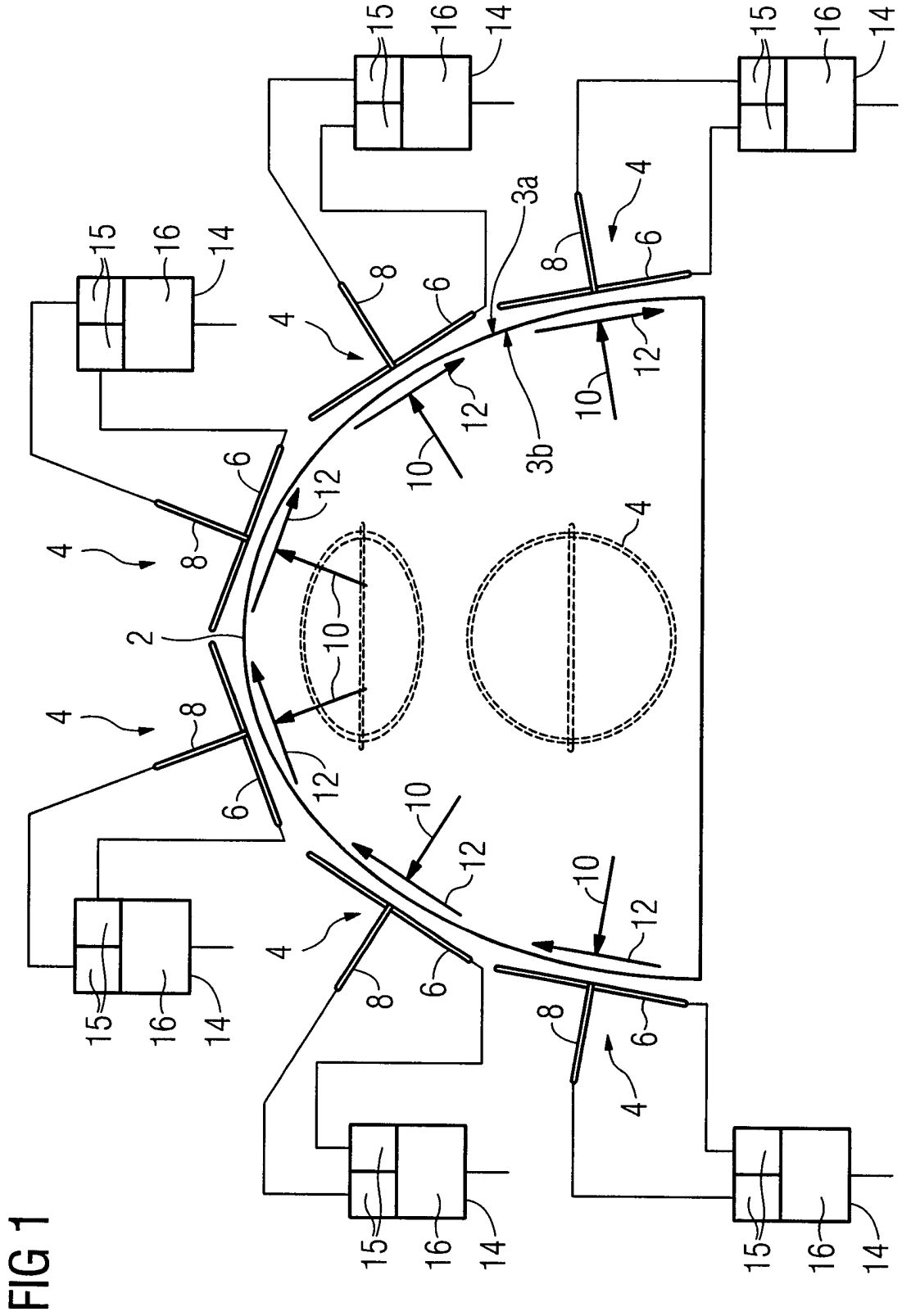


FIG 1

FIG 2

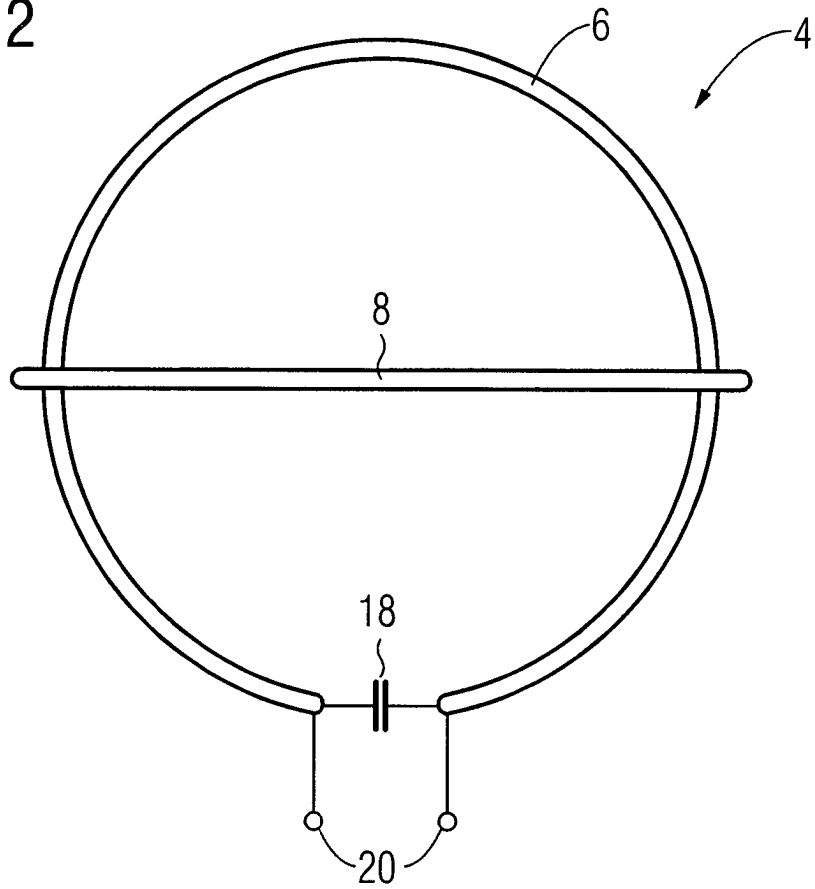


FIG 3

