

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4250479号
(P4250479)

(45) 発行日 平成21年4月8日(2009.4.8)

(24) 登録日 平成21年1月23日(2009.1.23)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 5/055 (2006.01)
G 0 1 R 33/422 (2006.01)
G 0 1 R 33/3875 (2006.01)A 6 1 B 5/05 3 6 2
A 6 1 B 5/05 3 3 2
G 0 1 N 24/02 5 4 0 B
G 0 1 N 24/06 5 2 0 J

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-288457 (P2003-288457)
 (22) 出願日 平成15年8月7日 (2003.8.7)
 (65) 公開番号 特開2005-13702 (P2005-13702A)
 (43) 公開日 平成17年1月20日 (2005.1.20)
 審査請求日 平成18年8月3日 (2006.8.3)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-159161 (P2003-159161)
 (32) 優先日 平成15年6月4日 (2003.6.4)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153498
 株式会社日立メディコ
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (72) 発明者 星野 伸
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号
 株式会社日立メディコ内
 審査官 伊藤 幸仙

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気共鳴イメージング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体が配置される計測空間内に静磁場を与える静磁場発生手段と、前記静磁場の不均一を補正するシムコイルと、X, Y, Zの3軸方向に傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイルと、前記被検体内の水素原子核であるプロトンに核磁気共鳴を起こさせるための高周波磁場を照射するRFコイルと、核磁気共鳴により放出される核磁気共鳴信号を検出する受信手段と、受信した前記核磁気共鳴信号を用いて画像再構成演算を行う信号処理手段と、前記核磁気共鳴信号を計測するパルスシーケンスを制御するパルスシーケンス制御手段とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記シムコイルを、前記RFコイルとの磁気的な干渉があるシムコイルからなる第一の成分コイル群と、前記RFコイルとの磁気的な干渉が前記第一の成分コイル群より多いシムコイルからなる第二の成分コイル群とに分離し、前記第一の成分コイル群と前記第二の成分コイル群との間に前記高周波磁場の遮蔽部材を挿入し、前記第一の成分コイル群を前記第二の成分コイル群よりも前記計測空間側に配置したことを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の磁気共鳴イメージング装置に於いて、前記第一の成分コイル群を、シムコイルの内Zⁿ成分のみを補正する成分コイルとし、前記第二の成分コイル群を該第一の成分コイル群以外のコイルとしたことを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】

10

20

請求項 1 乃至 2 のいずれか一項に記載の磁気共鳴イメージング装置に於いて、一対の前記静磁場発生手段と一対の前記シムコイルと一対の前記RFコイルと一対の前記傾斜磁場コイルがそれぞれ前記計測空間を間に挟んで対向配置されて構成され、一方の静磁場発生手段から他方の静磁場発生手段に向かう方向に静磁場を発生することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 4】

被検体が配置される計測空間内に静磁場を与える静磁場発生手段と、前記静磁場の不均一を補正するシムコイルと、X, Y, Z の 3 軸方向に傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイルと、前記被検体内の水素原子核であるプロトンに核磁気共鳴を起こさせるための高周波磁場を照射するRFコイルと、核磁気共鳴により放出される核磁気共鳴信号を検出する受信手段と、受信した前記核磁気共鳴信号を用いて画像再構成演算を行う信号処理手段と、前記核磁気共鳴信号を計測するパルスシーケンスを制御するパルスシーケンス制御手段とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記シムコイルの間に前記高周波磁場の遮蔽部材を挿入したことを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、核磁気共鳴現象を利用して被検体である人体の所望部位の断層画像を撮影する磁気共鳴イメージング装置に関し、特にRFコイルとシムコイルの磁気的な干渉を低減する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気共鳴イメージング装置は、傾斜磁場コイルとRFコイルを備えて、RFコイルを通して被検体に高周波磁場を照射して被検体を構成する水素原子核であるプロトンに核磁気共鳴現象を誘起し、その核磁気共鳴現象によって被検体から発生する核磁気共鳴信号に、傾斜磁場コイルによって発生される傾斜磁場を印加して、位置情報を付与する。

【0003】

しかし、この傾斜磁場コイルとRFコイルとが磁気的な干渉を起こしRFコイルのQ値を低下させる。一般に、 $Q^{1/2}$ に比例して受信信号のSNが向上するので、Q値の低下は信号のSN低下を招く。これを防止するために、[特許文献1]と[特許文献2]では、RFコイルと傾斜磁場コイルの間に高周波磁場を遮蔽するRFシールドを挿入して、傾斜磁場コイルとRFコイルを磁気的に遮蔽している。

【0004】

また、磁気共鳴イメージング装置は静磁場の不均一をアクティブに補正する手段としてシムコイルも装備する。このシムコイルは、それぞれが特定の空間成分のみを持つ磁場を出力するコイルの集合体であって、各コイルに流す電流を調整することにより静磁場の不均一を成分毎に補正する。あるいは、[特許文献3]に記載されている様に、傾斜磁場コイルもそれぞれ独立な磁場成分を発生するので、傾斜磁場コイルに流すパルス電流にオフセット電流を追加して流すことで静磁場の不均一補正を行うことができる。このため、アクティブな静磁場不均一補正として、シムコイルと傾斜磁場コイルのオフセット電流を組み合わせて行われるのが一般的である。

【0005】

あるいは、静磁場発生装置が対向配置された一対の永久磁石型磁気共鳴イメージング装置の場合、[特許文献4]に記載されているように、RFシールドをRFコイルの外側にある傾斜磁場コイルとさらに外側に配置された磁極との間に配置して、RFコイルと磁石もしくは磁石に接した磁極との干渉によるRFコイルのQ値低下を防いでいる。

【特許文献1】特開平9-238919号公報

【特許文献2】特開平8-103426号公報

【特許文献3】特開2002-052003号公報

10

20

30

40

50

【特許文献4】特許第3170309号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

以上の様に、RFシールドをRFコイルと傾斜磁場コイルとの間に挿入する場合は、RFコイルと傾斜磁場コイルの外側に配置されたシムコイル間の磁気的干渉は低減されるが、RFコイルとRFシールド間の距離が近くなつて、RFシールドによって高周波磁場が歪んでしまうため均一な励起がされず、RFコイルの性能を低下させてしまう。この対策としては、RFコイルとRFシールド間の距離を大きくすることが望ましいが、【特許文献1】、【特許文献2】にはこの点が考慮されていない。

10

【0007】

さらに、RFコイルはシムコイルとも磁気的に干渉して、RFコイルの性能が低下してしまう。上記の様に、シムコイルと傾斜磁場コイルのオフセット電流で静磁場不均一補正を行う場合は、シムコイルと傾斜磁場コイルが一体もしくは接する様な配置となり、RFコイルとシムコイルとの間に高周波磁場の遮蔽体であるRFシールドがない構成となつてしまう。そのため、RFコイルとシムコイルとが磁気的に干渉してRFコイルの性能を劣化させてしまう。【特許文献3】にはこの点が考慮されていない。

【0008】

また、RFシールドをRFコイルの外側にある傾斜磁場コイルとさらに外側に配置された磁極との間に挿入する構成を記載している【特許文献4】には、シムコイルに関する記載がなく、RFコイルとシムコイルの磁気的干渉によるRFコイルの性能の低下が考慮されてない。

20

【0009】

そこで本発明は、RFコイルとシムコイルとの磁気的干渉を低減することによってRFコイルの性能を維持して、RFコイルによる高周波磁場を被検体に適正に印加することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記課題を解決するために、本発明は以下の様に構成される。

被検体が配置される計測空間内に静磁場を与える静磁場発生手段と、前記静磁場発生手段の前記計測空間側に配置され、前記静磁場の不均一を補正するシムコイルと、前記シムコイルの前記計測空間側に配置され、X, Y, Zの3軸方向に傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイルと、前記傾斜磁場コイルの前記計測空間側に配置され、前記被検体の水素原子核であるプロトンに核磁気共鳴を起こさせるための高周波磁場を照射するRFコイルを有する送信手段と、核磁気共鳴により放出される核磁気共鳴信号を検出する受信手段と、受信した前記核磁気共鳴信号を用いて画像再構成演算を行う信号処理手段と、前記核磁気共鳴信号を計測するパルスシーケンスを制御するパルスシーケンス制御手段とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

30

前記シムコイルと、前記傾斜磁場コイルの間に、前記高周波磁場を遮蔽する遮蔽部材を有する。

【0011】

これにより、RFコイルとシムコイルとの磁気的干渉を低減することができ、RFコイルの性能を維持して、RFコイルによる高周波磁場を被検体に適正に印加することができる。

40

【0012】

好ましい一実施態様によれば、被検体が配置される計測空間内に静磁場を与える静磁場発生手段と、前記静磁場の不均一を補正するシムコイルと、X, Y, Zの3軸方向に傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイルと、前記被検体の水素原子核であるプロトンに核磁気共鳴を起こさせるための高周波磁場を照射するRFコイルと、核磁気共鳴により放出される核磁気共鳴信号を検出する受信手段と、受信した前記核磁気共鳴信号を用いて画像再構成演算を行う信号処理手段と、前記核磁気共鳴信号を計測するパルスシーケンスを制御するパルスシーケンス制御手段とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

50

前記シムコイルを、前記RFコイルとの磁気的な干渉が少ないシムコイルからなる第一の成分コイル群と前記RFコイルとの磁気的な干渉が多いシムコイルからなる第二の成分コイル群とに分離し、前記第一の成分コイル群と前記第二の成分コイル群との間に前記高周波磁場の遮蔽部材を挿入し、前記第一の成分コイル群を前記第二の成分コイル群よりも前記計測空間側に配置する。

【0013】

これにより、RFコイルとRFシールド間の距離をより多く離すことができるので、RFコイルとシムコイルとの磁気的干渉を低減しつつ、RFコイルとRFシールドとの干渉も低減できる。また、第一の成分コイル群の内径（トンネル型）またはコイル間距離（対向配置型）が縮まるので、これらの補正磁場強度を弱められるため、これらのシムコイルパターンを簡略化することが可能となる。 10

【0014】

また、好ましい一実施態様によれば、前記第一の成分コイル群を、シムコイルの内Zⁿ成分のみを補正する成分コイルとし、前記第二の成分コイル群を該第一の成分コイル群以外のコイルとする。

これにより、RFコイルと磁気的な干渉が比較的少ないZⁿ系シムコイルのコイルパターンを簡略化でき、RFコイルとの磁気的な干渉の多い他の成分コイルとRFコイルとの磁気的な干渉を低減することができる。

【0015】

また、好ましい一実施態様によれば、本発明の磁気共鳴イメージング装置を、一対の前記静磁場発生手段と一対の前記シムコイルと一対の前記RFコイルと一対の前記傾斜磁場コイルがそれぞれ前記計測空間を間に挟んで対向配置されて構成され、一方の静磁場発生手段から他方の静磁場発生手段に向かう方向に静磁場を発生する構成とする。 20

これにより、磁気共鳴イメージング装置の開放性を高めつつ、RFコイルとシムコイルやRFシールドとの磁気的干渉を低減することができる。

【0016】

また、好ましい一実施態様によれば、対向配置構成の磁気共鳴イメージング装置に於いて、一方の前記第一の成分コイル群と他方の前記第一の成分コイル群との間に前記成分コイル毎にLC並列回路が挿入されて直列接続され、該LC並列回路は前記RFコイルが発生する前記高周波磁場の周波数で高インピーダンスとなる特性を備える。 30

これにより、イメージングに重要な周波数において第一の成分コイル群が高インピーダンスとなり、その周波数でRFコイルと第一の成分コイル群との間で、磁気的な干渉を低減することができる。

【0017】

また、好ましい一実施態様によれば、さらに、一方の前記第二の成分コイル群と他方の前記第二の成分コイル群との間に前記成分コイル毎にLC並列回路が挿入されて直列接続され、該LC並列回路はRFコイルが発生する高周波磁場の周波数で高インピーダンスとなる特性を備える。

これにより、イメージングに重要な周波数において第二の成分コイル群が高インピーダンスとなり、その周波数でRFコイルと第二の成分コイル群との間で、磁気的な干渉を低減することができる。 40

【発明の効果】

【0018】

以上、本発明によれば、RFコイルとシムコイルとの磁気的干渉を低減することができる。この効果によりRFコイルの性能を維持して損ねることがないので、高周波磁場を被検体に適正に印加でき、画質劣化の低減を図ることができる。このため、RFコイル性能に負荷をかけずに済むので、RFコイルの設計が容易になり、またRFパワーアンプなどの電源供給源にも負荷がかからない分、コンパクトにすることができます。

【0019】

さらに、RFコイルと磁気的な干渉が少ないシムコイル成分をRFシールドよりもRFコイル

10

20

30

40

50

側、つまり計測空間側に配置した場合には、これらのシムコイルパターンを簡略化することが可能となると同時に、RFコイルとRFシールド間の距離を離すことができ、RFコイルとRFシールド間の干渉による高周波磁場の歪みを低減することができる。

【0020】

さらに、RFコイルとシムコイル間の磁気的干渉が無視できない程度であっても、従来であればRFシールドの下に配置しなければならなかつたシムコイルを、イメージングのための高周波磁場の周波数で高インピーダンスとなるようなLC並列共振回路を間に挿入して上下のシムコイルを成分毎に連結することにより、RFコイルの下にRFコイルと磁気的干渉の少ない成分コイル群を配置することが出来る。これにより、RFコイルとRFシールドとの距離が広がるためRFコイルの性能が向上する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。なお、発明の実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0022】

図1に本発明に係る磁気共鳴イメージング(以下、「MRI」という)装置の全体斜視図を示す。MRI装置は核磁気共鳴(以下、「NMR」という)現象を利用して被検体の検査部位の断層像を得るものであり、被検体の周りに静磁場を発生させる静磁場発生装置10と、被検体を構成する水素原子核にNMR現象を誘起させるための高周波磁場を照射する主に頭部用のRFコイル11と、被検体から発せられるNMR信号に位置情報を与えるための傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイル(図1には省略してある)と、信号処理装置12を備えて構成される。

20

【0023】

図2に図1のMRI装置の断面図を示す。静磁場発生装置10は、被検体が挿入される計測空間Aを間に挟んで、極性の異なる一対の永久磁石1a, 1bが上下に対向配置(aは下側、bは上側を表す。以下同じ)され、さらに永久磁石1a, 1bの外面には継鉄板2a, 2bが設置されている。また、継鉄棒3が所定の距離に隔てられた継鉄板2a, 2bと機械的かつ磁気的に接続され、磁石1a, 1bと共に継鉄板2a, 2bを支持する構造となっている。また、静磁場の均一性確保及び高効率な静磁場発生のために永久磁石の計測空間A側に磁極4a, 4bが配置され、さらに、静磁場の不均一を補正するためにシムコイル9a, 9bが磁極4a, 4bの内側に配置されている。このように形成された静磁場発生装置は、計測空間A中に均一な静磁場を形成する。

30

【0024】

また、磁極4a, 4bの計測空間A側の窪みには傾斜磁場コイル5a, 5bがそれぞれ設置され、さらにその計測空間A側には、被検体の水素原子核にNMR現象を誘起させるための高周波磁場を与える主に全身用のRFコイル6a, 6bが設置されている。この傾斜磁場コイル5a, 5bにパルス電流を印加することにより、X・Y・Zの三軸方向に傾斜磁場を形成し、計測対象から発せられるNMR信号に位置情報を与える。

さらにRFコイル6a, 6bの計測空間A側には、MRI装置の外周部を覆うようにカバー7が設置されている。このカバー7は、美観および絶縁などの安全面において必要なものである。

40

【0025】

ここで、一般的に、垂直磁場方式のMRI装置では、上下の磁石間隔が狭い方が製造コストと装置重量を低減でき、静磁場発生がしやすくなる。一方、上下の磁石間隔が広い方が開放性が増し、RFコイルとRFシールドや傾斜磁場コイルおよびシムコイルとの距離をより多く離して、相互の干渉によるRFコイルの性能低下を防止することができる。そこで、実際の装置の設計においては、現実的な磁石間隔を設定した後に、より広い計測空間を確保できるように各種コイルとRFシールドの配置を工夫する。

【0026】

次に、上記の様なMRI装置に適用された本発明の好ましい第1の実施例を図3に示す。図3

50

は本実施例のMRI装置における静磁場発生装置の下側部分の断面の拡大図である。計測空間A側から順に、カバー7、RFコイル6a、6b、傾斜磁場コイル5a、5b、RFシールド8a、8b、シムコイル91～96（図2のシムコイル9を詳細に示したもので、特定の空間成分のみを持つ磁場を出力するコイルの集合体であることを明確に示したもの）、磁極4a、4b、永久磁石1a、1bが配置される。つまり、傾斜磁場コイル5a、5bと磁気的な干渉をするシムコイル91～96の間に高周波磁場の遮蔽体であるRFシールド8a、8bを配置する。

【0027】

このような配置にすることにより、RFコイルとRFシールドとの距離をより大きくすることができる、RFコイルとRFシールドとの干渉を低減でき、高周波磁場が歪まずに被検体に適正に印加される。また、RFシールドによって高周波磁場が遮蔽されるので、シムコイル91～96とRFコイル6a、6bとが磁気的に干渉しにくくなり、RFコイルの性能を維持して損ねることがない。10

以上の第1の実施例の構成は、シムコイルと傾斜磁場コイルのオフセット電流で静磁場不均一補正を行う場合にも適用可能である。つまり、傾斜磁場コイルのオフセット電流で補正できない静磁場不均一成分の補正をシムコイルで行う場合に、傾斜磁場コイルとシムコイルとの間にRFシールドを挿入することにより、上記と同様の効果を発揮することができる。

【0028】

あるいは、図4に示す本発明の好ましい第2の実施例では、シムコイルをRFコイルとの磁気的な干渉性に応じて分離して、RFコイルと磁気的な干渉が比較的少ない成分のシムコイル群（第一の成分コイル群）をRFシールドの内側（つまり計測空間A側）に配置し、RFコイルと磁気的な干渉が比較的多い成分のシムコイル群（第二の成分コイル群）をRFシールドの外側（つまり磁極側）に配置する。ただし、第一の成分コイル群が一次成分（X、Y、Zシムコイル）であれば、これらを傾斜磁場コイルと一体として、傾斜磁場コイルのオフセット電流で補正するようにしても良い。20

【0029】

具体的には、RFコイルと磁気的な干渉が比較的少ないZⁿ系シムコイル95、96は、従来と同様に傾斜磁場コイル5a、5bと一体とするか若しくは傾斜磁場コイル5a、5bに隣接配置する。従って、Zⁿ系シムコイル95、96はRFシールド8a、8bよりもRFコイル6a、6b側（つまり計測空間A側）に配置され、シムコイル95、96とRFコイル6a、6bの間にRFシールドは存在しない。そして、RFコイルと干渉する他のシムコイル91～94（例えばZX・ZY・X²・Y²・XYシムコイル）は、RFシールド8a、8bより磁極4a、4b側に配置する。この様な配置の結果、これらシムコイル91～94とRFコイルとの間にのみRFシールドが存在する。このような配置でも、RFコイル性能の損失を最小限に抑えることができる。30

【0030】

つまり、RFコイルとRFシールドとの距離をより多く離すことができるので、RFコイルとRFシールドとの干渉を低減でき、高周波磁場が歪まずに被検体に適正に印加される。また、RFコイルと磁気的な干渉が比較的多い第二の成分コイル群をRFシールドの外側に配置するのでRFコイルと第二の成分コイル群との磁気的干渉も低減できる。さらに、RFコイルと干渉しない上下のZⁿ系シムコイル成分間の距離が縮まるので、これらの補正磁場強度を弱められるため、これらのシムコイルパターンを簡略化することが可能となる。40

【0031】

次に、上記第2の実施例の構成においてさらに磁気的干渉を低減する構成について説明する。図4に示した第2実施例においては、傾斜磁場コイルと一体もしくは接する様に配置された第一の成分コイル群の場合、RFコイルと第一の成分コイル群との間に高周波磁場の遮蔽体であるRFシールドがない構成となっている。そのため、RFコイルと第一の成分コイル群とが僅かながら磁気的に干渉してしまいRFコイルの性能劣化が無視できない場合も生じる可能性がある。また、RFコイルと第二の成分コイル群との間に遮蔽体であるRFシールドが配置されているが、RFシールドの性能が不十分の場合、RFコイルと第二の成分コイル群とが磁気的に干渉してしまいRFコイルの性能を劣化させてしまう場合も生じる可能性が50

ある。なお、図4において、傾斜磁場コイル5aがシムコイル95, 96の磁極側に配置されているが、逆に、シムコイル95, 96を傾斜磁場コイル5aよりも磁極側に配置しても良い。

【0032】

そこで、RFコイルと第一の成分コイル群との磁気的干渉をさらに低減する本発明の好ましい第3の実施例を図5, 6に示す。図5は本実施例のMRI装置におけるシムコイルの回路図を示したものである。図6は第一の成分コイル群の結線を示したものである。シムコイルは、シムコイル電源および制御装置55から下(上)側シムコイル51a(51b)を通り、上(下)側シムコイル51b(51a)へと直列に接続されている。この上下シムコイルの間にインダクタ53とキャパシタ54からなるLC並列回路52を挿入している。このLC並列回路52は特定の周波数に対してのみ高インピーダンスを有する様にインダクタ53とキャパシタ54を調整する。つまり、本実施例のLC並列回路は、前記RFコイル6a, 6bから発生される高周波磁場の周波数のみ高インピーダンスとなるように設定される。図6に示した様に、この図5に示された回路を第一の成分コイル群(31a, 31b)の各成分コイル毎に適用する。このような構成とすることで、RFコイル6a, 6bと第一の成分コイル群(31a, 31b)とが磁気的に干渉しにくくなり、RFコイル6a, 6bの性能が低減されない。

【0033】

さらに、第3の実施例に記載の構成に加えて上記LC回路52を第二の成分コイル群(32a, 32b)の各成分コイル毎にも適用した本発明の好ましい第4の実施例を図7に示す。図7では、第一の成分コイル群(31a, 31b)と第二の成分コイル群(32a, 32b)の両方にLC並列回路52を各成分コイル毎に適用している。このように構成することで、RFコイル6a, 6bと第一の成分コイル群(31a, 31b)及び第二の成分コイル群(32a, 32b)の両方間とで、共に磁気的に干渉しにくくなり、RFコイル6a, 6bの性能が低減されない。なお、第一の成分コイル群(31a, 31b)にはLC並列回路52を挿入せず、第二の成分コイル群(32a, 32b)に対してのみLC並列回路52を挿入する構成でも良い。

【0034】

なお、第3, 4の実施例で示したシムコイルの成分コイル毎に上下の成分コイル間にLC並列回路を挿入する構成は、第1の実施例におけるシムコイルの各成分コイルに対しても同様に適用できる。

【0035】

以上は、静磁場発生源として永久磁石を用いた垂直磁場方式のMRI装置に本発明を適用した実施形態を説明したが、本発明のMRI装置は上記実施形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、静磁場発生源として超電導コイルや常電導コイルを用いることも可能である。また、MRI装置の各構成要素を左右に対向配置して水平方向の静磁場を発生する場合にも適用可能である。さらに、静磁場発生方式も、垂直磁場方式でなくトンネル型と言われる水平磁場方式にも適応可能である。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】MRI装置の全体斜視図。

【図2】MRI装置の断面図。

【図3】本発明の第一の実施例を示す要部断面図。

【図4】本発明の第二の実施例を示す要部断面図。

【図5】本発明の第三の実施例の要部を示す断面図。

【図6】本発明の第三の実施例を示す要部断面図。

【図7】本発明の第四の実施例を示す要部断面図。

【符号の説明】

【0037】

1a, 1b...永久磁石、2a, 2b...継鉄版、3...継鉄棒、4a, 4b...磁極、5a, 5b...傾斜磁場コイル、6a, 6b...照射コイル、7...カバー、8a, 8b...RFシールド、9a, 9b...シムコイル、91...ZXシムコイル、92...ZYシムコイル、93...X² - Y²シムコイル、94...XYシムコイル、95...Z²シムコイル、96...Z³シムコイル、10...静磁場発生装置、11...頭部用のRFコイル、12...信号

10

20

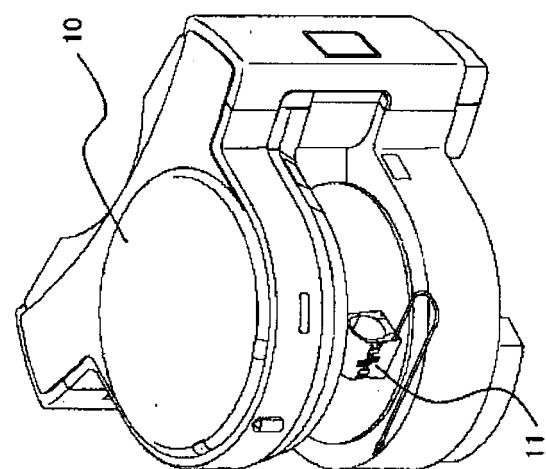
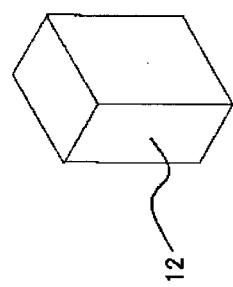
30

40

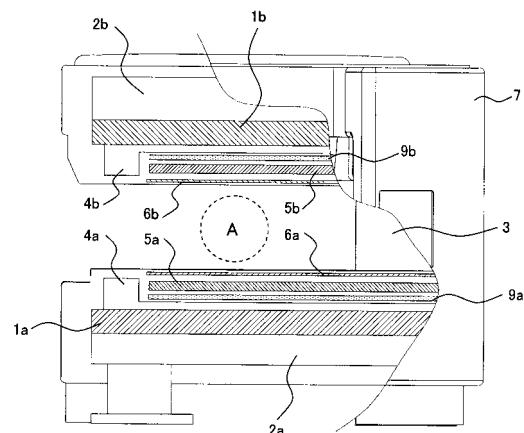
50

処理装置、A...空間、51...シムコイル、52...LC並列共振回路、53...インダクタ、54...キャパシタ

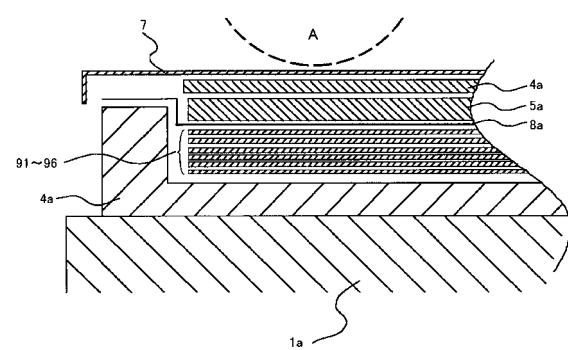
【図1】



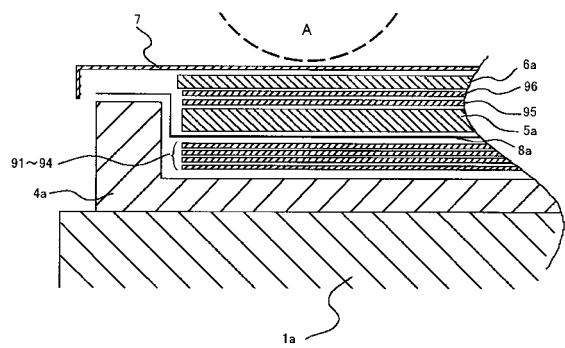
【図2】



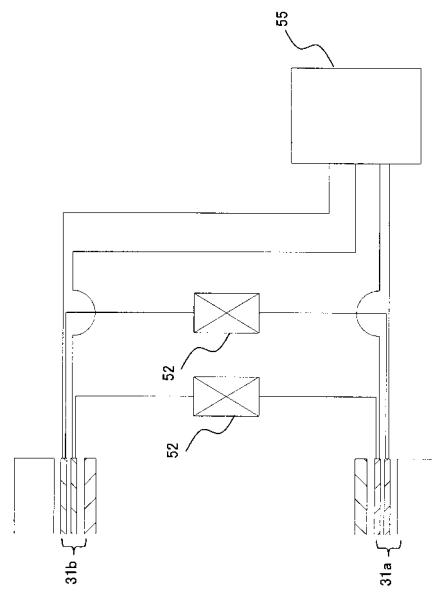
【図3】



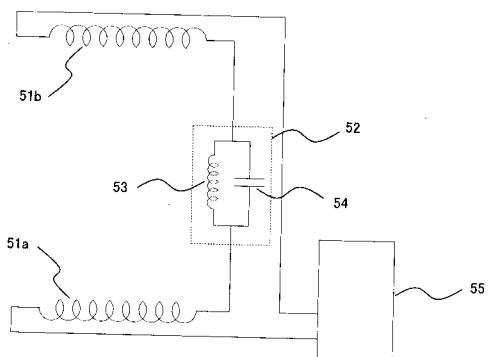
【図4】



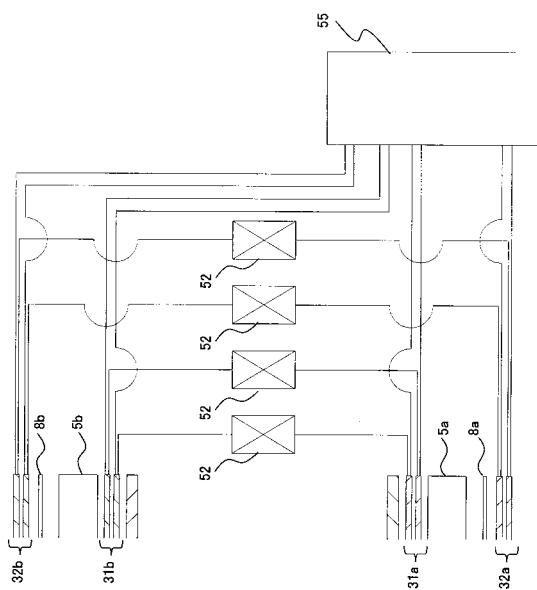
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-009572(JP,A)
特開昭63-001008(JP,A)
特開平05-015512(JP,A)
特開平10-262948(JP,A)
特開昭63-189135(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 5 / 055