(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3618171号
(P3618171)
(45)発行日　平成17年2月9日(2005.2.9)　(24)登録日　平成16年11月19日(2004.11.19)

(51)Int.Cl.[7]　F I
A61B 5/055　A61B 5/05　340
G01R 33/28　G01N 24/02　Y

請求項の数 5　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平8-127120
(22)出願日　平成8年5月22日(1996.5.22)
(65)公開番号　特開平9-308617
(43)公開日　平成9年12月2日(1997.12.2)
審査請求日　平成15年5月20日(2003.5.20)

(73)特許権者　000153498
株式会社日立メディコ
東京都千代田区内神田１丁目１番１４号
(74)代理人　100099852
弁理士　多田　公子
(74)代理人　100099760
弁理士　宮川　佳三
(72)発明者　吉野　仁志
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】

静磁場、傾斜磁場の各磁場発生手段と、検査対象に電磁波を照射したり、検査対象からの核磁気共鳴信号を検出する高周波コイルと、前記検出信号を使って対象物体の物理的性質を表す画像を得る画像再構成手段と、検査条件を制御する制御手段とを備えた磁気共鳴イメージング装置において、前記傾斜磁場発生手段は、少なくとも１つの傾斜磁場を発生させる傾斜磁場コイル導体と、この傾斜磁場コイル導体を保持する平板状保持部材とを備え、前記保持部材に複数の電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換可能な変換素子を前記保持部材の振動によって生じる節を横切るように配置し、前記検査条件より決定される傾斜磁場コイル駆動電流波形に応じて前記変換素子の電圧を制御する変換素子制御手段を備え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】

静磁場、傾斜磁場の各磁場発生手段と、検査対象に電磁波を照射したり、検査対象からの核磁気共鳴信号を検出する高周波コイルと、前記検出信号を使って対象物体の物理的性質を表す画像を得る画像再構成手段と、検査条件を制御する制御手段とを備えた磁気共鳴イメージング装置において、前記傾斜磁場発生手段は、傾斜磁場を発生させる傾斜磁場コイル導体と、この傾斜磁場コイル導体を保持する第一の平板状保持部材と、前記傾斜磁場コイル導体によって発生する傾斜磁場が前記静磁場発生手段側に漏れるのを遮蔽するシールドコイル導体と、このシールドコイル導体を保持する第二の平板状保持部材とで構成され、前記第一及び第二の保持部材を同一周波数に対する振動モードが同一になるよう連結部

材で連結するとともに、前記第一及び第二の保持部材の少なくとも一方に複数の電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換可能な変換素子を配置し、前記検査条件より決定される傾斜磁場コイル駆動電流波形に応じて前記変換素子の電圧を制御する変換素子制御手段を備え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】

前記変換素子は、前記保持部材の振動によって生じる節を横切るように配置されていることを特徴とする請求項２に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項４】

前記平板状保持部材が略円盤状であって、前記変換素子は前記略円盤の少なくとも１つの略同心円上に配置されていることを特徴とする請求項１ないし３のいずれか１項に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項５】

前記変換素子が圧電素子であることを特徴とする請求項１ないし４のいずれか１項に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気共鳴イメージング装置（以下、ＭＲＩ装置という）、特に被検体の体軸に直交する方向に静磁場を形成する方式の傾斜磁場発生装置が発生する振動及び騒音低減を図ったＭＲＩ装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

ＭＲＩ装置は、静磁場内に置かれた検査対象に電磁波を照射したときに検査対象を構成する原子の原子核に生じる核磁気共鳴現象を利用し、検査対象からの核磁気共鳴信号を検出し、この信号を使って画像再構成することにより検査対象の物理的性質をあらわす画像を得るものであり、イメージングの位置情報を付与するために静磁場に重畳して傾斜磁場が印加される。

【０００３】

この傾斜磁場は互いに直交する３軸方向についてそれぞれ発生させるために３つの傾斜磁場コイルが設けられ、これら傾斜磁場コイルは通常ＦＲＰ等の絶縁性の保持部材に一体化されて静磁場発生装置の発生する磁場内に配置される。これら傾斜磁場コイルは静磁場の方向によって形状が異なり、静磁場方向が被検者の体軸方向と平行な方向の場合には円筒状傾斜磁場コイルが、静磁場方向が被検者の体軸方向と直交する方向の場合には平板状の傾斜磁場コイルが一般的に採用される。

【０００４】

また３つの傾斜磁場コイルはそれぞれ電源装置に接続され、ＭＲＩ装置の検査条件に応じて、適当なタイミング及び電圧で駆動され、パルス状電流が印加される。磁場内でパルス電流を流すことによってフレミングの左手の法則に従い、ローレンツ力が作用する。そしてこの電磁力が傾斜磁場コイルを変形させようとし、騒音、振動が発生する。

【０００５】

この消音のため、従来、１）装置外周を覆う化粧カバーの内側に吸音材等を設け傾斜磁場の騒音を低減すると共に、傾斜磁場コイルを保持する保持部材に制振材料を用い、制振材料のダンピング特性を利用して振動振幅の絶対値を軽減すると共に、減衰時間を短くする方法、２）傾斜磁場コイルの騒音を被検者耳元に配置したマイクで検出し、その音と逆位相の音を被検者耳元のスピーカで発生するとともに、さらにスピーカからの音がマイクで検出されるので、その時の音響エネルギーが最小になるようにスピーカ出力をコントロールする方法等が提案されている。

【０００６】

しかし、１）の方法では騒音は十分に減衰せず、十分なダンピング効果を得ようとすると、保持部材の剛性が下がることになり、傾斜磁場コイルの変位が大きくなるため、高精度

化の要請に合わないという問題があり、２）の方法ではスピーカを常に被検者の耳もとに位置させる必要があるため、被検者に違和感や不快感を与えるという問題があった。

【０００７】

このため本発明者らは、円筒状傾斜磁場コイルについてその駆動時に生じる上記ローレンツ力を打ち消すように電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換する変換素子を配置したＭＲＩ装置を提案している（特願平６－６８７３２号、特願平６－１７７１３７号等）。またＭＲＩ装置への適用ではないが、圧電素子を使用して装置振動を検出し、さらにその検出信号と逆位相の振動を発生させ振動を打ち消す方法は、米国特許第５０２２２７２号に記載されている。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら円筒状傾斜磁場コイルでは、ローレンツ力はコイルの配置された面に対し直交する方向に働き、これにより保持部材が変形し或いは変形のモーメントを生じるのに対し、平板状傾斜磁場コイルでは、ローレンツ力は平板の面内方向に生じる。このため圧電素子のような電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換する変換素子を、ローレンツ力を打ち消すような配置で円筒状傾斜磁場コイルに設ける振動抑制方法を、平板状傾斜磁場コイルにそのまま採用することはできない。

【０００９】

また米国特許第５０２２２７２号に記載されたように圧電素子によって振動を検出し、その検出信号をフィードバックして振動を打ち消す方法では、複雑な変形を伴うＭＲＩ装置の傾斜磁場コイルに適用することは困難であり、また応答性の点からも傾斜磁場コイルの位置の高精度が必要とされるＭＲＩ装置の要請を満たすことができない。

【００１０】

そこで本発明の目的は、被検体の体軸に直交する方向に静磁場を形成するＭＲＩ装置において傾斜磁場コイルの振動、騒音を効率良くキャンセルすることにある。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

このような目的を達成する本発明のＭＲＩ装置は、傾斜磁場発生手段が、少なくとも１つの傾斜磁場を発生させる傾斜磁場コイル導体と、この傾斜磁場コイル導体を保持する平板状保持部材とを備え、この保持部材にその振動モードを打ち消すように複数の電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換可能な変換素子を配置したものである。

【００１２】

傾斜磁場コイル駆動時には平板の面内にローレンツカが働き、それによって保持部材はその形状に依存する固有振動モードで振動する。この振動モードを打ち消すように変換素子を配置することにより、振動とそれに伴う騒音を効率良くキャンセルすることができる。振動モードを打ち消す配置とは、保持部材の振動による節を横切るように配置することであり、保持部材が略円盤状保持部材の場合には略同心円状に配置する。

【００１３】

また本発明のＭＲＩ装置は、傾斜磁場発生手段が、傾斜磁場を発生させる傾斜磁場コイル導体と、この傾斜磁場コイル導体を保持する第一の平板状保持部材と、傾斜磁場コイル導体によって発生する傾斜磁場が静磁場発生手段側に漏れるのを遮蔽するシールドコイル導体と、このシールドコイル導体を保持する第二の平板状保持部材とを備え、第一及び第二の保持部材を同一周波数に対する振動モードが同一になるように連結部材で連結したものである。

【００１４】

傾斜磁場コイル導体及びその保持部材と、シールドコイル導体及びその保持部材とは、静磁場発生手段と傾斜磁場コイルとの位置関係で決まる所定間隔を置いて配置され、それぞれ独立した振動源となり得る。これらを連結部材で連結することにより、同一の振動モードで振動することになるので一体として振動の抑制することが可能となる。従って、第一及び第二の保持部材の少なくとも一方に振動モードを打ち消す変換素子を配置することに

より、一体として振動、騒音を効率良くキャンセルすることができ、変換素子数を低減できる。

【００１５】

更に本発明のＭＲＩ装置は、複数の変換素子の電圧を制御する変換素子制御手段を備え、この変換素子制御手段は、ＭＲＩ装置の検査条件より決定される傾斜磁場コイル駆動電流波形に応じて変換素子の電圧を制御するものである。これにより、フィードフォワード制御できるので、フィードバック制御の場合のような制御の遅れがなく応答性よく振動、騒音をキャンセルできる。

【００１６】

尚、電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換可能な変換素子としては、好適には圧電素子を用いる。圧電素子は上述した駆動の制御を容易に行うことができかつ応答性がよい。

【００１７】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。図２は本発明の一実施例のＭＲＩ装置の全体構成図を示すブロック図である。このＭＲＩ装置は、磁気共鳴（ＮＭＲ）現象を利用して被検体１の断層画像を得るもので、そのために、必要な充分大きなボア径をもった静磁場発生磁気回路２と、静磁場に重畳される傾斜磁場を発生する傾斜磁場発生系３と、被検体の組織を構成する原子の原子核にＮＭＲ現象を生じさせる高周波磁場を印加するための送信系４と、被検体から発生するＮＭＲ信号を検出するための受信系５と、ＮＭＲ信号を処理して画像再構成する信号処理系６と、これら傾斜磁場発生系３から信号処理系６までを所定のシーケンスに従って動作させるシーケンサ７と、中央処理装置（以下、ＣＰＵという）８とを備えている。

【００１８】

本発明において静磁場発生磁気回路２は、被検体１の周りにその体軸方向と直交する方向に均一な磁束を発生するもので、永久磁石方式、常電導方式あるいは超電導方式の磁場発生手段が配置されている。図３に静磁場発生磁気回路２の一実施例として、永久磁石を用いて磁気回路を構成した垂直磁場発生装置を示す。この静磁場発生磁気回路２は、被検体を挟んで上下の対向する位置に配置された一対の永久磁石４０と、これら永久磁石４０を固定するとともに磁気回路を構成する鉄製ヨーク４２と、各永久磁石４０に配置された鉄製のポールピース４１とから成る。ポールピース４１は被検体が入る空間の均一度をより均一にするために周辺部が突出した形状を有し、このポールピースの中央凹部内に傾斜磁場発生系３を構成する傾斜磁場コイル９、ＲＦ照射コイル、ＲＦ受信コイル（図示せず）が配置される。

【００１９】

傾斜磁場発生系３はＸ、Ｙ、Ｚの三方向に巻かれた傾斜磁場コイル９とそれぞれのコイルを駆動する傾斜磁場電源１０とからなり、シーケンサ７からの命令に従ってそれぞれのコイルの傾斜磁場電源１０を駆動することにより、Ｘ、Ｙ、Ｚ三方向の傾斜磁場Ｇｘ、Ｇｙ、Ｇｚを被検体１に印加する。この傾斜磁場の加え方により、被検体１に対するスライス面を設定することができる。さらに本発明においては、傾斜磁場コイル９駆動時に発生する振動、騒音を防止するために電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換する素子として圧電素子３０が傾斜磁場コイル９に設けられ、これら素子を駆動するための回路６０が備えられている。その詳細については後述する。

【００２０】

送信系４は、高周波発振器１１と変調器１２と高周波増幅器１３と送信側高周波コイル１４ａとからなり、高周波発信器１１から出力された高周波パルスをシーケンサ７の命令に従って、変調器１２で振幅変調し、この振幅変調された高周波パルスを高周波増幅器１３で増幅した後に被検体１に近接して配置された高周波コイル１４ａに供給することにより、電磁波が被検体１に照射される。

【００２１】

受信系５は、受信側高周波コイル１４ｂと増幅器１５と直交位相検波器１６とＡ／Ｄ変換器１７とからなり、送信側の高周波コイル１４ａから照射された電磁波による被検体の応答の電磁波（ＮＭＲ信号）を被検体１に近接して配置された高周波コイル１４ｂで検出し、増幅器１５及び直交位相検波器１６を介してＡ／Ｄ変換器１７に入力してデジタル量に変換する。この際、Ａ／Ｄ変換器１７はシーケンサ７からの命令によるタイミングで、直交位相検波器１６から出力された二系列の信号をサンプリングし、二系列のデジタルデータを出力する。それらのデジタル信号は信号処理系６に送られフーリエ変換される。

【００２２】

信号処理系６は、ＣＰＵ８と磁気ディスク１８及び磁気テープ１９等の記録装置とＣＲＴ等のディスプレイ２０とからなり、受信系５からのデジタル信号を用いてフーリエ変換、補正係数計算、像再構成等の処理を行ない、任意断面の信号強度分布あるいは複数の信号に適当な演算を行なって得られた分布を画像化してディスプレイ２０に表示する。

【００２３】

シーケンサ７は、ＣＰＵ８の制御で動作し、被検体１の断層画像のデータ収集に必要な種々の命令を送信系４及び傾斜磁場発生系３並びに受信系５に送るものである。

【００２４】

次に傾斜磁場コイル９の構成について詳述する。傾斜磁場コイル９は、Ｘ、Ｙ、Ｚの３方向の線形勾配（一次関数）磁場を発生するもので、図１に示すように円盤状の保持部材である絶縁板５３に形成されたＸ方向傾斜磁場コイル５０とＹ方向傾斜磁場コイル５１とＺ方向傾斜磁場コイル５２とから成る。これらＸ方向及びＹ方向のコイルのパターンは図示しないが、分析用ＮＭＲ用電流シムコイルとして用いられている１次の補正用コイルが採用でき、特に直線性、効率に優れている公知のゴーレイコイル（Ｇｏｌａｙ　ｃｏｉｌ）方式が好適に用いられる。Ｚ方向の傾斜磁場コイル５２としては、円形のヘルムホルツコイルが使用される。

【００２５】

このような傾斜磁場コイル９の製造方法は特に限定されないが、通常、絶縁板５３の上に傾斜磁場発生パターンに相当部分に溝を切り、その中に銅より線を挿入することでＸ方向傾斜磁場コイル５０を作成し、次いでＸ方向傾斜磁場コイル５０のパターンを９０°回転させたパターンで絶縁板５３の反対側に溝を切り、その中に銅より線を挿入することでＹ方向傾斜磁場コイル５１を作成する。これらＸ方向傾斜磁場コイル５０及びＹ方向傾斜磁場コイル５１が溝から脱落するのを防止するため、絶縁板５３の両面に絶縁性の部材５４を貼付ける。またＺ方向の傾斜磁場コイル５２は、絶縁性部材５４を介して絶縁板５３にネジ止めされている。絶縁板５３は、コイル取付板５６を介してポールピース４１の側面にネジ止めされた支持具５５にネジ止めされている。

【００２６】

このような傾斜磁場コイル９の振動、騒音を防止するために、絶縁板５３或いは部材５４に圧電素子３０が配置される。図示する実施例では、圧電素子３０は部材５４に同心円状に２列配置されている。この同心円状の配置は、円盤状の傾斜磁場コイルにパルス状電流を印加したときに発生するローレンツ力によってが生じる振動の節を横切る配置となる。

【００２７】

即ち、傾斜磁場コイル９のコイル導体は絶縁板５３の面と平行に形成されており、一方、静磁場は絶縁板５３の面と直交する方向に形成されている。従ってコイル導体に電流が流れるとフレミング左手の法則によりローレンツ力は、絶縁板５３の面と平行な方向に発生する。この面内力は直接的には面外方向への変位の原因とならず、絶縁板５３の形状に依存する固有振動モードによる変形を誘発する。一般に円盤状の物が固有振動モードで振動するとき、低次の振動では半径方向に節ｎを有する振動となるので、実施例における傾斜磁場コイル９の場合には、節ｎを中心として節を横切る方向に変形が誘発される。従って節を横切る方向に配置した圧電素子に、このような変形と逆の変形を生じるように電圧を印加することにより、円盤状傾斜磁場コイルの変形、振動を効率良くキャンセルできる。

【００２８】

尚、図示する実施例では圧電素子３０を同心円状に２列配列した場合を示したが、少なくとも１列配置されていれば本願の効果を得ることができる。２列以上配列した場合には、圧電素子の駆動回路が大型化するが、振動をキャンセルする効果を高めることができる。

【００２９】

次に圧電素子の制御回路について説明する。図４は、圧電素子制御回路の一実施例を示すブロック図で、図示する実施例ではシーケンサ７の傾斜磁場駆動情報を取込み圧電素子３０に印加する電圧をコントロールするデジタルシグナルプロセッサ（ＤＳＰ）６０と、ＤＳＰの指令により所定の電圧を各圧電素子に印加する圧電素子アンプ（電源回路）６１とから成る。ここでシーケンサ７の傾斜磁場駆動情報としては、傾斜磁場強度、印加タイミング、印加軸が利用される。

【００３０】

ＤＳＰ６０は、予め各圧電素子に印加する電圧の比率（重み付量）を求めメモリに格納しておき、シーケンサ７からの情報とこの重み付量に基づき各圧電素子に印加する電圧を決定する。重み付量は、以下のように決定される。まず３軸の傾斜磁場コイルのうちＸ軸のみをある傾斜磁場強度（Ｇ０）で駆動し、そのときに発生する各部の圧電素子の電圧をＡ／Ｄ変換し、その値をメモリに格納する。同様にＹ、Ｚ軸の傾斜磁場の場合についても圧電素子に発生する電圧を求める。次いで、これら電圧の値をもとに各軸の傾斜磁場駆動に伴う各圧電素子３０に加える電圧の比率を演算し、重み付け量（ｋｘ、ｋｙ、ｋｚ）としてメモリへ格納しておく。

【００３１】

実際の撮影に際してＤＳＰ６０は、シーケンサ７からの傾斜磁場駆動情報を取込み、印加軸とその傾斜磁場強度の情報から全体の傾斜磁場強度を求め、その値を各圧電素子ごとに重み付けし、その信号で各圧電素子の電源６１を駆動し圧電素子に電圧を印加する。この圧電素子駆動のタイミングは、シーケンサ７からの印加タイミング情報に合わせて行う。尚、実際の撮像シーケンス実行時には、複数の傾斜磁場は同時に印加される場合が多い。その場合、１つの圧電素子に印加する電圧は、例えば撮影時の傾斜磁場強度をＧｘ、Ｇｙ、Ｇｚとし３軸同時に印加したとし、その圧電素子の重み付量をｋｘ、ｋｙ、ｋｚとすると、次式

－（Ｇｘ・ｋｘ＋Ｇｙ・ｋｙ＋Ｇｚ・ｋｚ）／Ｇ０

より求めることができる。

【００３２】

このようにシーケンサ７の情報を利用することにより、圧電素子に印加する電圧をフィードフォワードによって制御することができるので、応答性よく振動、騒音をキャンセルすることができる。

【００３３】

尚、本実施例では平板状の傾斜磁場コイルとして円盤状のものについて説明したが、本発明はこれに限定されず、略平板状のものや矩形等円盤以外の形状のものにも適用できる。その場合、各形状によって固有振動モードが異なるので、各固有振動モードに合わせて圧電素子を配置すればよい。例えば、矩形の場合には縦と横に数本、節が発生するため、それを横切るように圧電素子を配置すればよい。

【００３４】

また以上の実施例では、傾斜磁場発生系として傾斜磁場コイル９のみを備えた場合を説明したが、傾斜磁場コイルの傾斜磁場が静磁場発生系側に漏れるのを防止するためのシールドコイルを備える場合には、このようなシールドコイルにおいても傾斜磁場コイルと同様に圧電素子を配置することができる。即ち、平板状傾斜磁場コイルと合わせて用いられるシールドコイルは、傾斜磁場コイルと同様に傾斜磁場を発生する平板状コイルで構成され、傾斜磁場コイルの駆動に合わせたタイミング、磁場強度で駆動されるので、上述した傾斜磁場コイルの場合と同様に固有振動モードによる変形を生じる。従って、この振動モードによる振動の節を横切るように圧電素子を配置することにより振動を効率よく抑制することができる。この際、傾斜磁場コイルとシールドコイルとが別個に静磁場発生磁気回路

２内に固定されている場合には、それぞれ独立の振動系となるので、個々に圧電素子を配置することになるが、本発明の好適な実施例では、傾斜磁場コイルとシールドコイルとを振動系として一体化することにより、一体として振動防止を図る。

【００３５】

このような実施例を図５に示す。図５において傾斜磁場発生手段は、計測空間に傾斜磁場を発生させる傾斜磁場コイル９と、この傾斜磁場コイル９が発生する傾斜磁場が静磁場発生磁石側に漏れるのを防止するためのシールドコイル９’と、これら傾斜磁場コイル９及びシールドコイル９’とを連結する連結部材５５と、傾斜磁場コイル９に設けられた圧電素子３０とから構成される。

【００３６】

傾斜磁場コイル９は、図１に示す実施例の傾斜磁場コイルと同様に傾斜磁場コイル導体（Ｘ方向用コイル導体５０、Ｙ方向用コイル導体５１、Ｚ方向用コイル導体５２）と、これら傾斜磁場コイル導体を保持する絶縁板５３と、コイル導体脱落防止のための部材５４とから成る。シールドコイル９’も傾斜磁場コイル９と同様にＸ、Ｙ、Ｚ三方向用のコイル導体５０’～５２’とこれらを保持する絶縁板５３’と、部材５４’とから成り、シールドコイル９’用のコイル導体５０’～５２’は、傾斜磁場コイル９の外側で傾斜磁場コイル９と極性が異なり大きさが同じである傾斜磁場を発生できる導体パターンが形成されている。保持部材５３、５３’へのコイル導体の固定法は前述した実施例と同一であるので省略する。

【００３７】

連結部材５５は、絶縁板５３、５３’を連結し、傾斜磁場コイル９とシールドコイル９’が同一の振動モードで振動するように傾斜磁場コイル９とシールドコイル９’とを一体化する。一体化するためには、連結部材５５は絶縁板５３、５３’の間を隙間なく結合するのが望ましいが、傾斜磁場発生手段の軽量化という観点からは、図示するように所々に設けてもよく、この場合、振動モードを考慮して、振動で生ずる節を横切るように連結部材５５を配置することが好ましい。これにより傾斜磁場コイル９とシールドコイル９’とを部分的に連結した場合でも、振動系として一体化するという所期の目的を達成できる。

【００３８】

このように傾斜磁場コイル９とシールドコイル９’は一体化されているので、これらの振動をキャンセルするための圧電素子３０は、少なくとも一方のコイルの絶縁板に設けられればよく、図示する実施例では傾斜磁場コイル９の絶縁板５３（部材５４）の一面に接着されている。圧電素子３０は、一体化したコイルの固有振動モードによる振動の節を横切るように配置される。本実施例では一体化した両コイルも略円盤状の形状であるので、コイル導体に電流を流したときに生じるローレンツ力により、半径方向に節を有する振動が誘発される。従って、円盤と同心円状に圧電素子を配置し、このような振動による変形と逆の変形を生じるように圧電素子に電圧を印加することにより、振動、騒音を効率よくキャンセルできる。

【００３９】

この場合、傾斜磁場コイルとシールドコイルにおけるコイル導体の駆動タイミングは同じであるので、予め両コイルを駆動した場合に圧電素子に発生する電圧から各圧電素子の重み付量を求めておくことにより、図４で示したような圧電素子制御回路によって、シーケンサ７からの傾斜磁場駆動情報を利用して圧電素子をフィードフォワード制御することができる。

【００４０】

【発明の効果】

本発明によれば、平板状の傾斜磁場コイルを備えたＭＲＩ装置において、傾斜磁場コイルの保持手段に電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換する素子を特定の配置で設けることにより、その振動モートによる振動を打消すことができ、ＭＲＩ装置における振動、騒音を軽減し、被検者の恐怖感や不快感を解消することができる。特に変換素子に印加する電圧を、シーケンサからの傾斜磁場コイル駆動情報を利用してコントロールすることに

より、応答性よく振動、騒音のキャンセルが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明による傾斜磁場コイルの一実施例を示す図

【図２】本発明のＭＲＩ装置の一実施例の全体構成ブロック図

【図３】本発明のＭＲＩ装置の静磁場発生系と傾斜磁場コイルとの配置を示す図

【図４】本発明による圧電素子の制御ブロック図

【図５】本発明による傾斜磁場コイルの他の実施例の構造を示す図

【符号の説明】

７・・・・・・シーケンサ（制御手段）

９・・・・・・傾斜磁場コイル（傾斜磁場発生手段）

９’・・・・・・シールドコイル（傾斜磁場発生手段）

５０、５１、５２・・・・・・傾斜磁場コイル導体

５０’、５１’、５２’・・・・・・シールドコイル導体

３０・・・・・・圧電素子（変換素子）

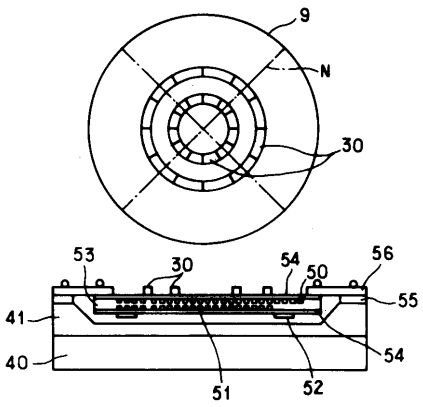
５３、５３’・・・・・・絶縁板（保持部材）

５５・・・・・・連結部材

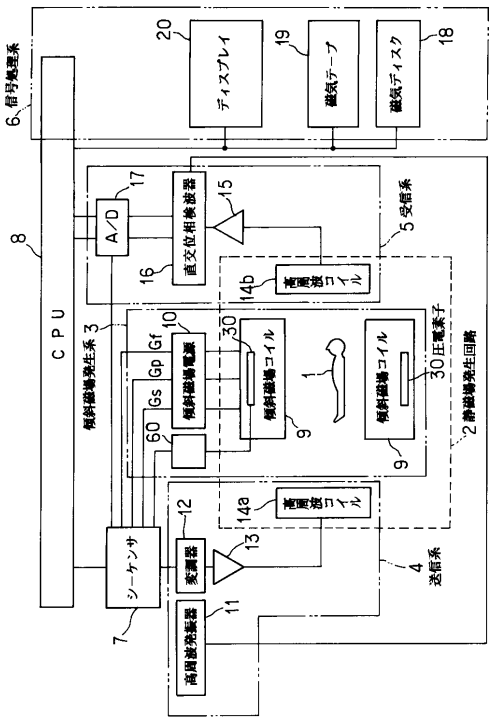
６０・・・・・・制御装置（変換素子制御手段）

６１・・・・・・電源

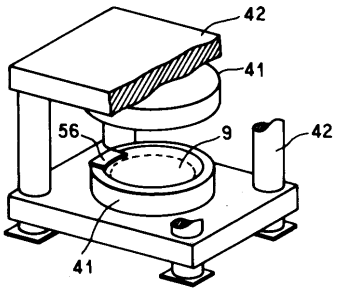
【図１】



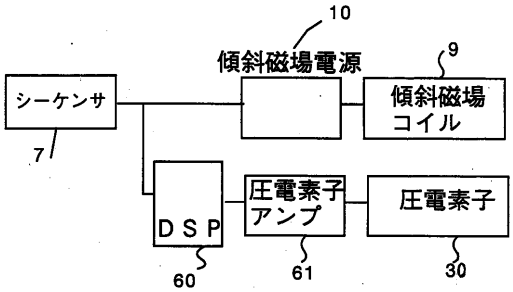

【図２】



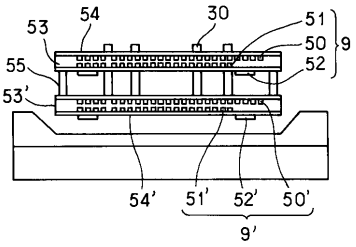
【図３】


42
41
56
9
42
41

【図４】


10
傾斜磁場電源
9
シーケンサ
傾斜磁場
コイル
7
D S P
圧電素子
アンプ
圧電素子
60
61
30

【図５】


53
54
30
51
50
9
55
52
53'
54'
51'
52'
50'
9'

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－２３１９３４（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２１０２５６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０３８４４３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１２６６２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１５８８３７（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０３８４５８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
A61B 5/055