

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-168024

(P2008-168024A)

(43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/055 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 7 0	4 C 0 9 6
G 0 1 R 33/48 (2006.01)	A 6 1 B 5/05 3 1 1	
	G 0 1 N 24/08 5 1 0 Y	
	G 0 1 N 24/08 5 2 0 Y	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2007-5492 (P2007-5492)	(71) 出願人	000153498
(22) 出願日	平成19年1月15日 (2007. 1. 15)		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	白井 裕基
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
			株式会社日立メディコ
		Fターム(参考)	4C096 AA20 AB37 AD06 AD07 AD24 BA50 BB40 DA01 DA30

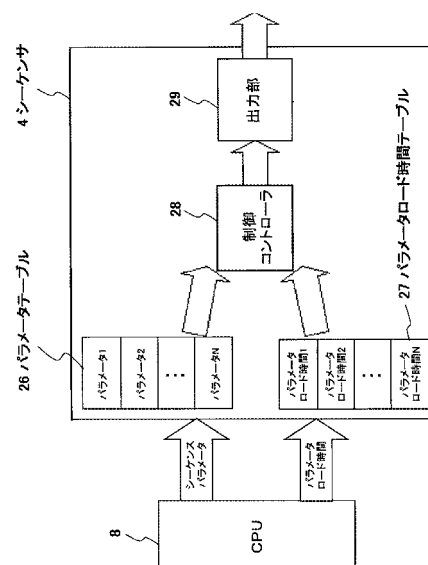
(54) 【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置

(57) 【要約】

【課題】 CPUが予めシーケンサ内部動作を把握でき、更なる高速かつ高機能なパルスシーケンス生成を可能とするシーケンサを実装した磁気共鳴装置を実現する。

【解決手段】 CPUは、パラメータロード時間を予めシーケンサにセットする。制御コントローラはセットされたパラメータロード時間に従い、それぞれのパルスシーケンスパラメータを読み出し、パルスシーケンスを生成する。パルスシーケンスパラメータを変更する必要が発生したとき、パラメータロード時間により、CPUは予めシーケンサ内部動作を把握しているため、信頼性の高いタイミングで確実にパルスシーケンスパラメータとパラメータロード時間の書換えを行う。これにより、変更されたパルスシーケンスパラメータを用いてパルスシーケンス生成を実行できる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に静磁場および傾斜磁場を与える磁場発生手段と、前記被検体の生体組織を構成する原子核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送信手段と、この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、所定のパルスシーケンスに基づいて前記各手段を制御するパルスシーケンス制御手段と、前記受信手段で検出された核磁気共鳴信号を用いて画像再構成演算をおこなう信号処理手段と、
を備えた磁気共鳴イメージング装置において、

前記パルスシーケンス制御手段は、パルスシーケンスを実行するための複数のパラメータを格納するパラメータ記憶部と、各パラメータの読み込み開始時間を定めるパラメータロード時間を格納するパラメータロード時間記憶部と、前記パラメータの読み込みを前記パラメータロード時間に行う制御手段と、を備え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、被検体中の水素や燐等からの核磁気共鳴(以下、「NMR」という)信号を測定し、核の密度分布や緩和時間分布等を画像化する核磁気共鳴イメージング(以下、「MRI」という)装置に関し、特にMRI装置の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

MRI装置は、被検体、特に人体の組織を構成する原子核スピンの発生するNMR信号を計測し、その頭部、腹部、四肢等の形態や機能を2次元的に或いは3次元的に画像化する装置である。撮影においては、NMR信号には、傾斜磁場によって異なる位相エンコードが付与されるとともに周波数エンコードされて、時系列データとして計測される。計測されたNMR信号は、2次元又は3次元フーリエ変換されることにより画像に再構成される。

【0003】

このようなMRI装置において、傾斜磁場パルスと高周波磁場パルスの発生をコントロールするシーケンサが存在する。シーケンサは、CPUによりメモリ内に格納されたパルスシーケンスパラメータを随時自動的に読み出し、所望の傾斜磁場パルスと高周波磁場パルスを発生させる。シーケンサが自動的に動作するため、CPUへの負荷が減少するのでCPUはパルスシーケンスパラメータを随時変更することが可能となり、様々なパルスシーケンス生成を行うことが可能になる(例えば特許文献1)。

【0004】

【特許文献 1】特開2005-13538号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

パルスシーケンスパラメータの変更には、シーケンサが自動的にメモリ内からパルスシーケンスパラメータを読み出す前に、CPUがメモリ内のパラメータデータを書き換えなければならない。そのため、CPUは、自動的に動作するシーケンサの内部動作をリアルタイムに把握しておく必要がある。これは、CPUがシーケンサのステータスを読み出すことにより行うことが可能である。しかし、高速パルスシーケンスやリアルタイム性が要求される高機能パルスシーケンスになると、シーケンサは、複雑な動作タイミングかつ短時間で複数回パルスシーケンスパラメータを読み出すことになる。そのため、CPUは常にシーケンサ内部動作を把握することが困難となり、確実なパルスシーケンスパラメータ書換えのためには制限が生じ、更なる高速、高機能化への妨げとなる。このような課題に対する解決手段は上記特許文献1には開示されてない。

【0006】

そこで、本発明の目的は、CPUがシーケンサ内部動作を確実に把握でき、更なる高速か

10

20

30

40

50

つ高機能なパルスシーケンス生成を可能なMRI装置を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するための本発明のMRI装置は、次の様に構成される。即ち、被検体に静磁場および傾斜磁場を与える磁場発生手段と、前記被検体の生体組織を構成する原子核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送信手段と、この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、所定のパルスシーケンスに基づいて前記各手段を制御するパルスシーケンス制御手段と、前記受信手段で検出された核磁気共鳴信号を用いて画像再構成演算をおこなう信号処理手段と、装置全体の動作を制御する中央処理装置と、を備え、前記パルスシーケンス制御手段は、パルスシーケンスを実行するための複数のパラメータを格納するパラメータ記憶部と、各パラメータの読み込み開始時間を定めるパラメータロード時間を格納するパラメータロード時間記憶部と、前記パラメータの読み込みを前記パラメータロード時間に行う制御手段と、を備える。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、CPUが、様々なパルスシーケンスに応じて、それぞれ適したタイミングのパラメータロード時間を予めシーケンサにセットすることにより、CPUが予めシーケンサ内部動作を把握することが可能になるので、更なる高速かつ高機能なパルスシーケンスを実行可能なシーケンサを備えたMRI装置を実現することができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0009】

以下、添付図面に従って本発明のMRI装置の好ましい実施形態について詳説する。なお、発明の実施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。

【0010】

最初に、本発明に係るMRI装置の一例の全体概要を図1に基づいて説明する。図1は、本発明に係るMRI装置の一実施例の全体構成を示すブロック図である。このMRI装置は、NMR現象を利用して被検体の断層画像を得るもので、図1に示すように、MRI装置は静磁場発生系2と、傾斜磁場発生系3と、送信系5と、受信系6と、信号処理系7と、シーケンサ4と、中央処理装置(CPU)8とを備えて構成される。

30

【0011】

静磁場発生系2は、垂直磁場方式であれば、被検体1の周りの空間にその体軸と直交する方向に、水平磁場方式であれば、体軸方向に均一な静磁場を発生させるもので、被検体1の周りに永久磁石方式、常電導方式あるいは超電導方式の静磁場発生源が配置されている。

【0012】

傾斜磁場発生系3は、MRI装置の座標系(静止座標系)であるX、Y、Zの3軸方向に巻かれた傾斜磁場コイル9と、それぞれの傾斜磁場コイルを駆動する傾斜磁場電源10とから成る。後述のシーケンサ4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の3軸方向に傾斜磁場 G_x 、 G_y 、 G_z を印加する。撮影時には、スライス面(撮影断面)に直交する方向にスライス方向傾斜磁場パルス(G_s)を印加して被検体1に対するスライス面を設定し、そのスライス面に直交して且つ互いに直交する残りの2つの方向に位相エンコード方向傾斜磁場パルス(G_p)と周波数エンコード方向傾斜磁場パルス(G_f)を印加して、エコー信号にそれぞれの方向の位置情報をエンコードする。

40

【0013】

シーケンサ4は、高周波磁場パルス(以下、「RFパルス」という)と傾斜磁場パルスをある所定のパルスシーケンスで繰り返し印加する制御手段で、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5、傾斜磁場発生系3、および受信系6に送る。

【0014】

50

送信系5は、被検体1の生体組織を構成する原子の原子核スピンの核磁気共鳴を起こさせるために、被検体1にRFパルスを照射するもので、高周波発振器11と変調器12と高周波増幅器13と送信側の高周波コイル(送信コイル)14aとから成る。高周波発振器11から出力された高周波パルスをシーケンサ4からの指令によるタイミングで変調器12により振幅変調し、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、RFパルスが被検体1に照射される。

【0015】

受信系6は、被検体1の生体組織を構成する原子核スピンの核磁気共鳴により放出されるエコー信号(NMR信号)を検出するもので、受信側の高周波コイル(受信コイル)14bと信号増幅器15と直交位相検波器16と、A/D変換器17とから成る。送信側の高周波コイル14aから照射された電磁波によって誘起された被検体1の応答のNMR信号が被検体1に近接して配置された高周波コイル14bで検出され、信号増幅器15で増幅された後、シーケンサ4からの指令によるタイミングで直交位相検波器16により直交する二系統の信号に分割され、それぞれがA/D変換器17でデジタル量に変換されて、信号処理系7に送られる。

【0016】

信号処理系7は、各種データ処理と処理結果の表示及び保存等を行うもので、光ディスク19、磁気ディスク18等の外部記憶装置と、CRT等からなるディスプレイ20とを有し、受信系6からのデータがCPU8に入力されると、CPU8が信号処理、画像再構成等の処理を実行し、その結果である被検体1の断層画像をディスプレイ20に表示すると共に、外部記憶装置の磁気ディスク18等に記録する。

【0017】

操作部25は、MRI装置の各種制御情報や上記信号処理系7で行う処理の制御情報を入力するもので、トラックボール又はマウス23、及び、キーボード24から成る。この操作部25はディスプレイ20に近接して配置され、操作者がディスプレイ20を見ながら操作部25を通してインタラクティブにMRI装置の各種処理を制御する。

【0018】

なお、送信側の高周波コイル14aと傾斜磁場コイル9は、被検体1が挿入される静磁場発生系2の静磁場空間内に、垂直磁場方式であれば被検体1に対向して、水平磁場方式であれば被検体1を取り囲むようにして設置されている。また、受信側の高周波コイル14bは、被検体1に対向して、或いは取り囲むように設置されている。

【0019】

現在MRI装置の撮像対象核種は、臨床で普及しているものとしては、被検体の主たる構成物質である水素原子核(プロトン)である。プロトン密度の空間分布や、励起状態の緩和時間の空間分布に関する情報を画像化することで、人体頭部、腹部、四肢等の形態または、機能を2次元もしくは3次的に撮像する。

【0020】

次に、本発明のMRI装置の一実施形態について図2を用いて説明する。

図2は、本発明に係るシーケンサ4の概略構成図である。

【0021】

図2において、シーケンサ4は、パラメータテーブル26と、パラメータロード時間テーブル27と、制御コントローラ28と、出力部29と、を備えて構成される。

パラメータテーブル26は、複数のパルスシーケンスパラメータ(1~N)を格納するためのメモリであり、CPU8によりパルスシーケンスパラメータが書き込まれる。パルスシーケンスパラメータはパルスシーケンスに関する各種情報であり、例えば、繰り返し時間(TR)やエコー時間(TE)、スライス厚、スライス枚数等である。

【0022】

パラメータロード時間テーブル27は、パルスシーケンスパラメータ毎のパラメータロード時間(1~N)を格納するためのメモリであり、CPU8によりパラメータロード時間が書き込まれる。パラメータロード時間は、制御コントローラ28によるパルスシーケンスパラメータ読み出し開始時間、つまりパルスシーケンスが開始される時点から対応するパルスシー

10

20

30

40

50

ケンスパラメータの読み出しが開始される迄の時間間隔である。この時間間隔は、基本クロック周期を時間単位とその整数倍の値で表され、その整数値がパラメータロード時間テーブル27に記憶される。一例として、この時間間隔を数マイクロ秒から数十マイクロ秒とし、基本クロック周期が10ナノ秒とすると、パラメータロード時間テーブル27に記憶されるデータは数百から数千の整数値となる。

【0023】

制御コントローラ28は、パラメータテーブル26とパラメータロード時間テーブル27から、それぞれパルスシーケンスパラメータとパラメータロード時間を読み出し、それぞれのパルスシーケンスパラメータに応じて、パルスシーケンスの生成を行うコントローラである。具体的には、制御コントローラ28内の図示せぬメモリ内に予め、傾斜磁場パルスや高周波磁場パルスの基本波形データを記憶しておく。制御コントローラ28は、読み込んだパルスシーケンスパラメータに基づいて、これらの基本波形を拡大・縮小、或いは圧縮・伸張等の変換を行うことにより、パルスシーケンスを構成する各部の波形を生成する。そして、制御コントローラ28は、生成した各部の波形をパルスシーケンスパラメータで指定されたタイミングで出力する。

【0024】

出力部29は、制御コントローラ28により生成されたパルスシーケンスの出力を行う回路である。

【0025】

このようなシーケンサ4の構成において、パルスシーケンス実行中にCPU8により、パルスシーケンスパラメータとそのパラメータロード時間の内の少なくとも一方のデータが、対応するテーブルに随時書換えられる。各書き込みの間には、制御コントローラ28によりパラメータテーブル26に格納されたパルスシーケンスパラメータ i ($i=1 \sim N$)が、パラメータロード時間テーブル27に格納された対応するパラメータロード時間 i ($i=1 \sim N$)に読み出される。そして、制御コントローラ28は読み出したパルスシーケンスパラメータ i に基づいてパルスシーケンスの生成を行って出力部29に通知する。出力部29は、制御コントローラ28で生成されたパルスシーケンスの出力を行う。以上の、CPU8によるパルスシーケンスパラメータとそのパラメータロード時間の書き込みと、シーケンサ4によるパルスシーケンスの出力とが、パルスシーケンスに必要な繰り返し回数分だけ繰り返し実行されることにより、一連のパルスシーケンスが生成される。

【0026】

次に、本実施形態の動作について図3を用いて説明する。

図3は、パルスシーケンス動作のフローチャートである。

【0027】

始めにCPU8は、パルスシーケンスパラメータをパラメータテーブル26にセットする(301)。さらに、CPU8は、パルスシーケンスパラメータに応じたそれぞれのパラメータロード時間をパラメータロード時間テーブル27にセットする(302)。

【0028】

制御コントローラ28は、セットされたパラメータロード時間に従い、それぞれのパルスシーケンスパラメータを読み出す(303)。そして、制御コントローラ28は、読み出したパルスシーケンスパラメータに基づいてパルスシーケンスを生成し、出力部29によりパルスシーケンス出力を行う(304)。

【0029】

ここで、出力すべきパルスシーケンスパラメータが残っており(305)、かつそのパルスシーケンスパラメータを変更する必要があるとする(308)。CPU8は、制御コントローラ28の動作を事前に把握できるため、信頼性の高いタイミングで確実にパルスシーケンスパラメータの書き換え(309)及びパラメータロード時間の書き換え(310)を行う。一方、制御コントローラ28は、CPU8の書き換えとは独立して、各テーブルのデータを読み出して実行することによりパルスシーケンス出力処理を行う(303, 304)。一方、出力すべきパルスシーケンスパラメータが残っていない場合は、パルスシーケンス波形生成が終了するまで待つて

(306)、スキャンを終了する(307)。

【 0 0 3 0 】

以上のような動作により、CPU8は、予めパラメータロード時間を指示できるため、シーケンサ4の内部動作である制御コントローラ28の動作を始めから把握することができる。その結果、CPU8は、容易にパルスシーケンス実行中にパルスシーケンスパラメータの書換えを行うことが可能になるので、シーケンサ4は更なる高速かつ高機能なパルスシーケンスを実行可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図1】本発明に係るMRI装置の一実施例における全体基本構成の斜視図。

【図2】シーケンサの概略構成図。

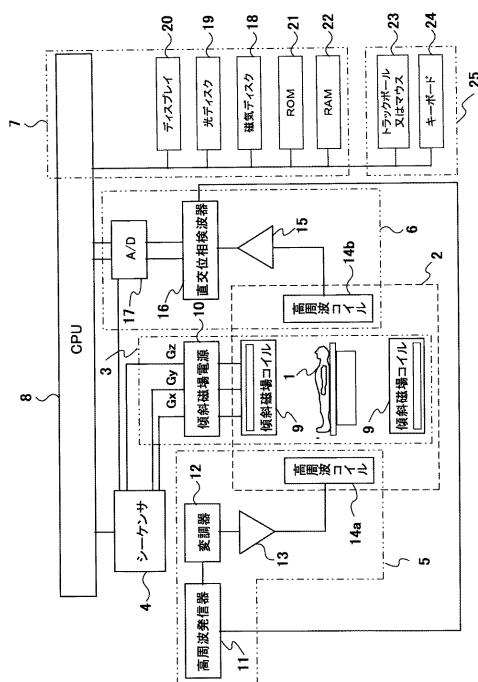
【図3】パルスシーケンス動作のフローチャート。

【符号の説明】

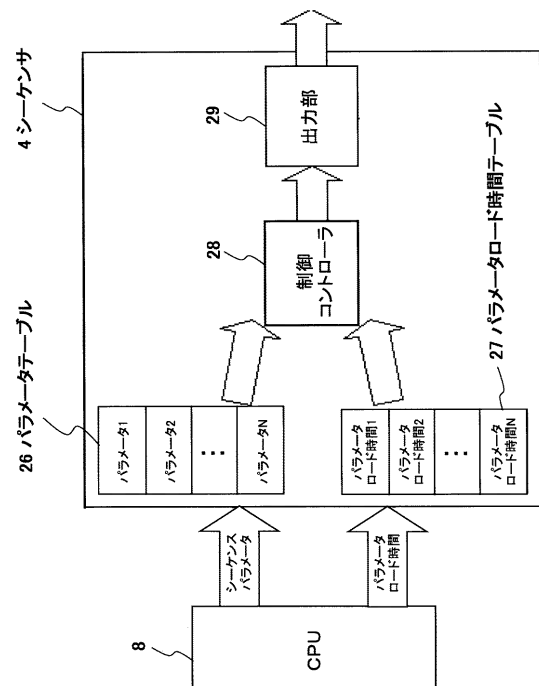
【 0 0 3 2 】

1 ... 被検体、2 ... 静磁場発生系、3 ... 傾斜磁場発生系、4 ... シーケンサ、5 ... 送信系、6 ... 受信系、7 ... 信号処理系、8 ... 中央処理装置(CPU)、9 ... 傾斜磁場コイル、10 ... 傾斜磁場電源、11 ... 高周波発信器、12 ... 変調器、13 ... 高周波増幅器、14a ... 高周波コイル(送信コイル)、14b ... 高周波コイル(受信コイル)、15 ... 信号増幅器、16 ... 直交位相検波器、17 ... A/D変換器、18 ... 磁気ディスク、19 ... 光ディスク、20 ... ディスプレイ、21 ... ROM、22 ... RAM、23 ... トラックボール又はマウス、24 ... キーボード、25 ... 操作部、26 ... パラメータテーブル、27 ... パラメータロード時間テーブル、28 ... 制御コントローラ、29 ... 出力部

【図1】



【図2】



【図 3】

