(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2004-154302
(P2004-154302A)
(43)公開日　平成16年6月3日(2004.6.3)

(51)Int.Cl.[7]	F I			テーマコード（参考）
A61B 5/055	A61B	5/05	341	4C096
G01R 33/385	A61B	5/05	362	
G01R 33/3875	G01N	24/06	51OY	
	G01N	24/06	52OJ	

審査請求 未請求　請求項の数 1　ＯＬ　（全 11 頁）

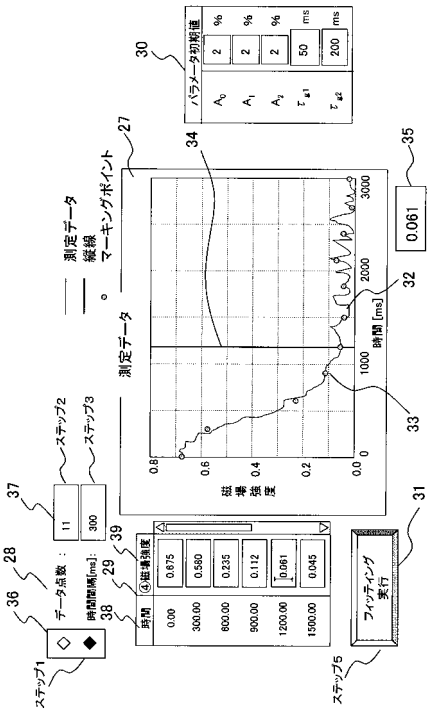
(21)出願番号　特願2002-322227(P2002-322227)
(22)出願日　平成14年11月6日(2002.11.6)

(71)出願人　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
(72)発明者　秋丸　英久
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
(72)発明者　上遠野　悦慈
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

Ｆターム(参考)　4C096 AA20　AB33　AD09　CB16

(54)【発明の名称】磁気共鳴イメージング装置

(57)【要約】
【課題】傾斜磁場の立ち上がりあるいは立ち下がり時に誘起される渦電流に伴う磁場成分を非線形フィッティングする際に、正確なパラメータの値を効率良く求めるための手段を提供する。
【解決手段】時系列的に表示した磁場強度を用いて、上記磁場強度の所望値を入力する手段と、上記所望値より上記磁場強度の時間的変化に関する関係式を作成する手段と、上記関係式を用い、上記傾斜磁場を調整する手段を備える。
【選択図】　図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
被検体が置かれる空間に静磁場および傾斜磁場をそれぞれ発生する磁場発生手段と、上記被検体の組織を構成する原子の原子核スピンを励起させる高周波磁場を発生する手段と、上記高周波磁場によって被検体から発生するエコー信号を受信する受信手段と、上記エコー信号を用いて上記被検体の画像を再構成する信号処理手段と、上記磁場発生手段、上記高周波磁場を発生する手段、上記受信手段および上記信号処理手段を所定パルスシーケンスに従い制御する制御手段と、上記傾斜磁場の磁場強度を計測する計測手段と、上記磁場強度を時系列的に表示する手段とを備えた磁気共鳴イメージング装置において、上記時系列的に表示した磁場強度を用いて、上記磁場強度の所望値を入力する手段と、上記所望値より上記磁場強度の時間的変化に関する関係式を作成する手段と、上記関係式を用い、上記傾斜磁場を調整する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。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、核磁気共鳴現象を利用して被検体の任意の位置の断層像を得るための磁気共鳴イメージング装置（以下、ＭＲＩ装置という）に関し、特に傾斜磁場の立ち上がりあるいは立ち下がり時に誘起される渦電流に伴う磁場の補償を効率良くできるＭＲＩ装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
ＭＲＩ装置は、均一な静磁場中に置かれた被検体に高周波磁場を印加することによって、被検体の任意の領域に存在する原子核（通常プロトン）に核磁気共鳴現象を生じさせ、それによって発生する核磁気共鳴信号（エコー信号）からその領域の断層像を得るものである。この際、特定の領域を選択するために、高周波磁場とともに傾斜磁場を印加する。正確な位置情報を得るために、傾斜磁場の印加時間及び強度を正確かつ任意に制御する必要がある。
【０００３】
しかし現実には傾斜磁場の発生により、傾斜磁場コイル周辺の様々な構造体に減衰性電流が誘起される。このような減衰性電流は渦電流と呼ばれ、空間的かつ時間的に変化する磁場を発生し、被検体内の核スピンが感じる傾斜磁場を理想状態から逸脱させてしまう。この渦電流により画像が歪み、信号強度の低下、ゴーストの発生などの画質の低下を招く。渦電流に起因する画質の低下を防ぐために、渦電流によって誘起される空間的かつ時間的に変化する磁場を測定し、補償する方法が、ファントム及び較正パルスシーケンスを用いて較正走査を実行する方法として提案されている（特許文献１）。
【０００４】
【特許文献１】
特開平１０－２７２１２０号公報。
【０００５】
この方法では、静磁場不均一や位相エンコード傾斜磁場による影響を排除するために極性を異ならせた２つのテスト傾斜磁場を用い、各テスト傾斜磁場を印加した後に高周波（ＲＦ）パルスをファントム内に照射しながら自由誘導減衰信号（ＦＩＤ信号）を取得する。位相エンコードを異ならせながらＦＩＤ信号の計測を繰り返し、２次元あるいは３次元の２つの計測データを得る。両者の差分を取ることにより、テスト傾斜磁場により発生した渦電流による磁場の影響をあらわす位相差データが得られる。この位相差データの時間導関数を求め、一連の時間点ｔｉにおける渦電流による磁場の空間分布を得る。これを、時間を横軸にして、ある空間地点あるいは成分についてあらわすと、図８のようになる。図８を例えば次式（１）のような指数関数を用い非線形フィッティングして、式（１）における各係数値、すなわち振幅（A_0、A_1…）及び時定数（τ'_{g1}、τ'_{g2}…）の最適値を算出する。

測定データ（t_i）＝A_0＋A_1Exp（$-t_i/\tau'_{g1}$）＋A_2Exp（$-t_i/\tau'_{g2}$）＋．．．．．＋A_mExp（$-t_i/\tau'_{gm}$）……（１）

最後に上記算出された各係数値をもとに、傾斜磁場コイル及びシムコイルに印加する補償電流を算出し、傾斜磁場波形を補償する。

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら上記従来方法において、非線形フィッティングをする際、式（１）の指数関数の項数（A_0、A_1Exp（$-t_i/\tau'_{g1}$）、A_2Exp（$-t_i/\tau'_{g2}$）……の数）は計算時間を短くするため、有限としなければならなかった。項数が有限であると、無限である場合に比べて精度の良いフィッティングをすることはできなかった。

また、非線形フィッティングの方法（代表的なものに、Ｌｅｖｅｎｂｅｒｇ－Ｍａｒｑｕａｒｄｔ法がある。）では、フィッティングプログラムを実行する前に、パラメータ初期値を入力する必要がある。しかしフィッティング結果は、このパラメータ初期値に依存して、異なるという性質を持っていた（非特許文献１）。

【０００７】

【非特許文献１】

大野　豊、磯田和男　監修「新版　数値計算ハンドブック」オーム社、１９９０年９月１日、Ｐ７７８－７８９。

【０００８】

この簡単な例として、パラメータ（時定数τ'_{g1}、τ'_{g2}の２つのみを用いる。）初期値を変えた場合にフィッティング結果がどのように変わるかを次に示す。先ず図９に、渦電流による磁場変化３６（図８と同じ）をパラメータ初期値τ'_{g1}、τ'_{g2}を２００ｍｓと５００ｍｓとした場合についての、フィッティング結果を示す。この例では緩やかに変化する部分３７を優先的にフィッティングしていて、急激に変化する部分３８をうまくフィッティングできていない。次に図１０に同様のデータを、パラメータτ'_{g1}、τ'_{g2}初期値を３０ｍｓと５００ｍｓとした場合についての、フィティング結果を示す。この例では急激に変化する部分３８をうまくフィッティングできている。

【０００９】

上記例はパラメータの数を２つとした簡単な例であるが、実際にはパラメータの個数は、指数関数の振幅（A_0、A_1…）及び時定数（τ'_{g1}、τ'_{g2}…）、それぞれ複数個ずつであり、操作者は何度もフィッティングがうまくいくまでパラメータ初期値変えて、やり直さなければならなかった。その際、ＦＩＤ信号計測の際のサンプリング間隔が短いことにより発生するノイズや、ＦＩＤ信号の信号減衰も、正確にフィッティングの妨げとなっていた。

【００１０】

本発明の目的は、傾斜磁場の立ち上がりあるいは立ち下がり時に誘起される渦電流に伴う磁場成分を非線形フィッティングする際に、正確なパラメータの値を効率良く求めるための手段を提供することにある。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、被検体が置かれる空間に静磁場および傾斜磁場をそれぞれ発生する磁場発生手段と、上記被検体の組織を構成する原子の原子核スピンを励起させる高周波磁場を発生する手段と、上記高周波磁場によって被検体から発生するエコー信号を受信する受信手段と、上記エコー信号を用いて上記被検体の画像を再構成する信号処理手段と、上記磁場発生手段、上記高周波磁場を発生する手段、上記受信手段および上記信号処理手段を所定パルスシーケンスに従い制御する制御手段と、上記傾斜磁場の磁場強度を計測する計測手段と、上記磁場強度を時系列的に表示する手段とを備えた磁気共鳴イメージング装置において、上記時系列的に表示した磁場強度を用いて、上記磁場強度の所望値を入力する手段と、上記所望値より上記磁場強度の時間的変化に関する関係式を作成する手段と、上記関係

式を用い、上記傾斜磁場を調整する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によって達成される。

【００１２】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

図１に、本発明が適用されるＭＲＩ装置の全体構成のブロック図を示す。このＭＲＩ装置は、主たる構成として、被検体９が置かれる空間に均一な静磁場を発生させる静磁場発生回路１と、静磁場に磁場勾配を与える傾斜磁場発生系２と、被検体９の組織を構成する原子の原子核（通常、プロトン）に核磁気共鳴現象を起こさせる高周波磁場を発生する送信系３と、核磁気共鳴現象によって被検体９から発生するエコー信号を受信する受信系４と、受信系４が受信したエコー信号を処理し、上述した原子核の空間密度やスペクトルを表す画像を作成する信号処理系５と、信号処理系５における各種演算や装置全体の制御を行なうための中央処理装置（ＣＰＵ）７とを備えている。

【００１３】

静磁場発生回路１は、永久磁石、常電導方式又は超電導方式の磁石からなり、被検体９の周りにその体軸方向または体軸と直交する方向に均一な静磁場を発生させる。傾斜磁場発生系２は、ｘ、ｙ、ｚの三軸方向に傾斜磁場を発生するように巻かれた傾斜磁場コイル１０と、それぞれの傾斜磁場コイルを駆動する傾斜磁場電源１１とからなり、後述のシーケンサ６からの命令に従ってそれぞれのコイルの傾斜磁場電源１１を駆動することにより、ｘ、ｙ、ｚの三軸方向の傾斜磁場Ｇｘ、Ｇｙ、Ｇｚを被検体９に印加する。この傾斜磁場の加え方により、被検体９の撮像対象領域（スライス、スラブ）を設定することができるとともに、エコー信号に、位相エンコード、周波数エンコードなどの位置情報を付与することができる。

【００１４】

さらに図示していないが、静磁場発生回路１及び傾斜磁場発生系２には、静磁場の不均一や、傾斜磁場に起因する渦電流により誘起される磁場を補償するためのシムコイルが配置されている。傾斜磁場コイル１０は、一次項の補正を行なうシムコイルとしても機能する。

【００１５】

送信系３は、シーケンサ６から送り出される高周波パルスにより被検体９の生体組織を構成する原子の原子核に核磁気共鳴現象を起こさせるために高周波磁場（ＲＦパルス）を照射するもので、高周波発振器１２と、変調器１３と、高周波増幅器１４と、送信側の高周波コイル１５とからなる。送信系３では、高周波発振器１２から出力された高周波パルスを変調器１３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１４で増幅した後に被検体９に近接して配置された高周波コイル１５に供給することにより、高周波磁場（電磁波：ＲＦパルス）を被検体９に照射する。

【００１６】

受信系４は、被検体９から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１６と、増幅器１７と、直交位相検波器１８と、Ａ／Ｄ変換器１９とからなる。受信系４では、高周波コイル１６で検出したエコー信号を増幅器１７及び直交位相検波器１８を介してＡ／Ｄ変換器１９に入力してディジタル信号に変換し、二系列の収集データとして信号処理系５に送る。

【００１７】

信号処理系５は、ＣＰＵ７と、ＲＯＭ２０、ＲＡＭ２１、光磁気ディスク２２及び磁気ディスク２４等の記録装置と、ＣＲＴ等のディスプレイ２３とからなり、ＣＰＵ７でフーリエ変換、補正係数計算、像再構成等の処理を行い、得られた画像をディスプレイ２３に表示する。ＲＯＭ２０は、経時的な画像解析処理及び計測を行なうプログラムやその実行において用いられるパラメータなどを記憶する。ＲＡＭ２１は、前計測で得た計測パラメータや受信系４で検出したエコー信号及び関心領域設定に用いる画像等を一時保管するとともにその関心領域を設定するためのパラメータなどを記憶する。光磁気ディスク２２及び

磁気ディスク２４は、ＣＰＵ７で再構成された画像を記憶するデータ格納部となる。操作部８は、操作者が撮影のためのパルスシーケンスの選択指令やパラメータを入力するとともに、信号処理系５で行なう処理の制御情報を入力するもので、トラックボール２５及びキーボード２６等から成る。

【００１８】

ＣＰＵ７は、上記演算の他に、被検体９の断層像のデータ収集に必要な種々の命令を、シーケンサ６を介して、傾斜磁場発生系２、送信系３および受信系４に送る。シーケンサ６は、撮像法によって決まる所定の制御のタイムチャートであるパルスシーケンスに則って、傾斜磁場発生系２、送信系３および受信系４を制御し、画像再構成に必要なデータを収集するようにする。

【００１９】

次に本発明の第一の実施の形態において、時間的に変化する渦電流による磁場強度（［従来の技術］の図８と同様のもの）より、指数関数を用い非線形フィッティングする例を示す。ただし、第一の実施の形態では、図１のディスプレイ２３上に図２のようなＧｒａｐｈｉｃ　Ｕｓｅｒ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ（以下、ＧＵＩと呼ぶ。）を表示し、これを用いる。また、第一の実施の形態は後述するマーキングポイントを、時間間隔あるいはデータ点数のどちらかで入力する例である。

【００２０】

次に図２を詳細に説明する。図２のＧＵＩは、グラフ２７と、マーキングポイント入力部２８、マーキングポイントデータボックス２９、パラメータ初期値入力ボックス３０、フィッティング実行ボタン３１とから構成されている。

【００２１】

グラフ２７は時間的に変化する渦電流による磁場強度を表わしたものであり、横軸に傾斜磁場の立ち上がりあるいは立ち下がりからの時間、縦軸に各時間における渦電流による磁場強度を示す。グラフ２７中実線３２は磁場強度データ、丸印３３は後述するマーキングポイント、縦線３４は各マーキングポイントにおける磁場強度測定データを読み取るためのライン、ボックス３５は縦線３４で読み取った値をデジタル式で表示するものである。例えば、時間１２００ｍｓにおけるデータは、ボックス３５より０．０６１と読みとることができる。

【００２２】

マーキングポイント入力部２８は、後述するマーキングポイント３３をデータ点数あるいは時間間隔かで、入力するためのものである。左側にデータ点数で入力するか時間間隔で入力するかを選択するためのボタン３６、右側に数値入力するための数値入力領域３７がある。例えばマーキングポイント入力方法をデータ点数で行うとボタン３６で指定し、数値入力部３７で１１点と入力すると、マーキングポイントが０ｍｓから３０００ｍｓまで１１点がグラフ２７上にプロットされる。また、マーキングポイント入力方法を時間間隔で行うとボタン３６で指定し、数値入力部３７で３００ｍｓと入力すると、マーキングポイントが３００ｍｓ間隔で３０００ｍｓまでグラフ２７上にプロットされる。

【００２３】

マーキングポイントデータボックス２９は、グラフ２７にプロットしたマーキングポイント３３における測定データを、操作者がグラフ２７から読み取って入力するためのものである。マーキングポイントデータボックス２９は縦に２列の欄より成っていて、左側の時間欄３８には各マーキングポイントの時間が表示される。操作者は各マーキングポイントに対応する磁場強度値をグラフ２７の縦線ラインを用いボックス３５より読み取って、すべて磁場強度欄３９に入力する。または、自動的にボックス３５内のデータを磁場強度欄３９に移行させる。

【００２４】

パレメータ初期値入力ボックス３０は、後述する式（１）の指数関数にもとずいて、非線形フィッティングする際のパラメータ初期値を操作者が入力するための入力ボックスである。図２では式（１）におけるパラメータ渦電流成分の振幅A_0、A_1、A_2、及び時定

数τ'_{g1}、τ'_{g2}について、入力できるようになっている。

【００２５】

フィッティング実行ボタン３１は、フィッティング実行のためのボタンである。このボタン３１をクリックすると、マーキングポイントデータボックス３１に入力されたデータをもとに、指数関数フィッティングが行われる。この際式（１）を用いる。

【００２６】

次に第１の実施形態において、図２のＧＵＩを用いて指数関数フィッティングする場合の操作手順を図３のフローチャートを用いて説明する。

【００２７】

先ず、操作者はマーキングポイントの入力手段としてポイントの点数、又は時間間隔のどちらで入力するかを、ボタン３６を用い選択する。ポイントの点数で指定する場合はステップ２へ、ポイントの時間間隔で指定する場合はステップ３へ移動する。（ステップ１）

【００２８】

先ポイントを点数で指定する場合は、数値入力部３７のデータ点数欄に点数を指定する。するとグラフ２７にマーキングポイントが表示される。（ステップ２）

【００２９】

先ポイントを時間間隔で指定する場合は、数値入力部３７の時間間隔欄に時間間隔を指定する。するとグラフ２７にマーキングポイントが表示される。（ステップ３）

【００３０】

先マーキングポイントデータボックス２９にはマーキングポイントの数だけのデータ入力領域が磁場強度欄３８に表示される。操作者は各マーキングポイント上の測定データの値を縦線３４を用い読み取り、マーキングポイントデータボックス２９の磁場強度欄３７に入力していく。この時操作者はマーキングポイントの位置（横軸の時間）上のデータ（磁場強度値）がノイズ等を多く含むデータであり誤差を多く含む場合、任意に少しだけ位置（時間）をずらせて、時間と磁場強度値を再入力することができる。（ステップ４）

【００３１】

先非線形フィッティングする際のパラメータ初期値をパラメータ初期値入力ボックス３０に操作者が入力する。（本実施形態では、例としてパラメータ渦電流成分の振幅A_0、A_1、A_2の初期値を傾斜磁場の強度の対してそれぞれ２％、時定数τ'_{g1}、τ'_{g2}の初期値を５０ｍｓ、２００ｍｓとする。）（ステップ５）

【００３２】

先フィッティング実行ボタン３１３をクリックすることで、パラメータ初期値入力ボックス３０に入力された初期値とマーキングポイントデータボックス２９に入力されたデータをもとに指数関数フィッティングを行う。（ステップ６）

【００３３】

先フィッティング結果を測定データのグラフ上に重ねて表示すると、図４のようになる。（結果フィッティングされた指数関数の係数、渦電流成分の振幅A_0、A_1、A_2は０．２％、１．５％、１．０％、時定数τ'_{g1}、τ'_{g2}は４５ｍｓと１８０ｍｓとなった。（ステップ７）

【００３４】

先フィッティング結果が調整基準に満たすかを判定する。一度目の結果で調整基準を満たさない場合には、フィッティングがＯＫになるまで（ステップ１）～（ステップ７）手順を繰り返す。（ステップ８）

【００３５】

上記実施の形態によれば、すべての測定データを用いた場合にはうまくできなかった指数関数フィティングを、操作者が選択したいくつかのマーキングポイントを用い行ったので、ノイズ等の影響を抑制することができ、非線形フィッティングする際に、正確なパラメータ値を効率良く求めるための手段を提供することができた。

【００３６】

次に本発明の第二の実施の形態において、時間的に変化する渦電流による磁場強度（上記

［従来の技術］の図８と同様のもの）より、指数関数を用い非線形フィッティングする例を示す。ただし、第二の実施の形態では、図１のディスプレイ２３上に図５のようなＧｒａｐｈｉｃ Ｕｓｅｒ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ（以下、ＧＵＩと呼ぶ。）を表示し、これを用いる。また、第二の実施の形態は、マーキングポイントを、マウス等を使って直接グラフ２７上に入力する例である。

【００３７】

次に図５を詳細に説明する。図５のＧＵＩは、グラフ２７と、マーキングポイントデータボックス２９、パラメータ初期値入力ボックス３０、フィッティング実行ボタン３１とから構成されている。

【００３８】

グラフ２７は時間的に変化する渦電流による磁場強度を表わしたものであり、横軸は傾斜磁場の立ち上がりあるいは立ち下がりからの時間、縦軸に各時間における渦電流による磁場強度を示す。グラフ２７中実線３２は測定データ、丸印３３は後述するマーキングポイント、縦線３４は各マーキングポイントにおける磁場強度測定データを読み取るためのライン、ボックス３５は縦線３４で読み取った値をデジタル式で表示するものである。例えば、時間１２００ｍｓにおけるデータは、ボックス３５より０．０６１と読みとれることができる。

操作者は任意の位置のマーキングポイント３３をマウスを用い直接グラフ２７上にクリックすることにより、入力することができる。１１点入力した結果を、グラフ２７に示す。

【００３９】

マーキングポイントデータボックス２９には、グラフ２７上に入力されたマーキングポイントの座標データ（横軸：傾斜磁場の立ち上がりあるいは立ち下がりからの時間、縦軸は各時間における渦電流による磁場強度）が自動的に入力される。

【００４０】

パレメータ初期値入力ボックス３０は、後述する式（１）の指数関数にもとずいて、非線形フィッティングする際のパラメータ初期値を操作者が入力するための入力ボックスである。図５では式（１）におけるパラメータ渦電流成分の振幅A_0、A_1、A_2、及び時定数τ'_{g1}、τ'_{g2}について、入力できるようになっている。

【００４１】

フィッティング実行ボタン３１は、フィッティング実行のためのボタンである。このボタン３１をクリックすると、マーキングポイントデータボックス３０に入力されたデータをもとに、指数関数フィッティングが行われる。この際式（１）を用いる。

【００４２】

次に第二の実施形態において、図５のＧＵＩを用いて指数関数フィッティングする場合の操作手順を図６のフローチャートを用いて説明する。

【００４３】

操作者は指数関数フィッティングするためのマーキングポイントを直接直接グラフ２７上にクリックすることにより、入力する。同時にマーキングポイントデータボックス２９にはグラフ２７上に入力されたマーキングポイントの座標データが自動的に入力される。（ステップ９）

【００４４】

非線形フィッティングする際のパラメータ初期値をパラメータ初期値入力ボックス３０に操作者が入力する。（この例では、渦電流成分の振幅A_0、A_1、A_2の初期値を傾斜磁場の強度の対してそれぞれ２％、渦電流成分の時定数τ'_{g1}、τ'_{g2}の初期値をそれぞれ５０ｍｓと２００ｍｓとする。）（ステップ１０）

【００４５】

フィッティング実行ボタン３１をクリックすることで、パラメータ初期値入力ボックス３０に入力された初期値とマーキングポイントデータボックス２９に入力されたデータをもとに指数関数フィッティングを行う。（ステップ１１）

【００４６】

フィッティング結果を測定データのグラフ上に重ねて表示すると、図４のようになる。（結果フィッティングされた指数関数の係数、渦電流成分の振幅A_0、A_1、A_2は０．２％、１．５％、１．０％、時定数τ'_{g1}、τ'_{g2}は４５ｍｓと１８０ｍｓとなった。（ステップ１２）

【００４７】

フィッティング結果が調整基準に満たすかを判定する。一度目の結果で調整基準を満たさない場合には、フィッティングがＯＫになるまで（ステップ９）～（ステップ１２）の手順を繰り返す。（ステップ１３）

【００４８】

上記実施の形態によれば、すべての測定データを用いた場合にはうまくできなかった指数関数フィティングを、操作者が選択したいくつかのマーキングポイントを用い行ったので、ノイズ等の影響を抑制することができ、非線形フィッティングする際に、正確なパラメータの値を効率良く求めるための手段を提供することができた。

【００４９】

本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種種に変形して実施できるものである。例えば、上記実施形態ではフィッティングに用いる関数として指数関数を適用したが、他の非線形な関数を用いることもできる。

【００５０】

【発明の効果】

以上説明した如く、本発明による磁気共鳴イメージング装置によれば、傾斜磁場の立ち上がりあるいは立ち下がり時に誘起される渦電流に伴う磁場の補償を効率良くできる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明が適用されるＭＲＩ装置の全体構成を示すブロック図。

【図２】本発明の第一の実施の形態において、操作者がマーキングをしたＧＵＩ。

【図３】本発明の第一の実施の形態において、指数関数フィティングをする場合の操作手順。

【図４】本発明の第一の実施の形態において、操作者がマーキングした点に対して指数関数フィティングを行った結果のＧＵＩ。

【図５】本発明の第二の実施の形態において、操作者がマーキングしたＧＵＩ。

【図６】本発明の第二の実施の形態において、指数関数フィティングをする場合の操作手順。

【図７】本発明の第二の実施の形態において、操作者がマーキングした点に対して指数関数フィティングを行った結果のＧＵＩ。

【図８】渦電流によって誘起された磁場の測定データを時間を横軸にして表わしたもの。

【図９】パラメータ初期値τ'_{g1}、τ'_{g2}を２００ｍｓと５００ｍｓとした場合についての、フィッティング結果。

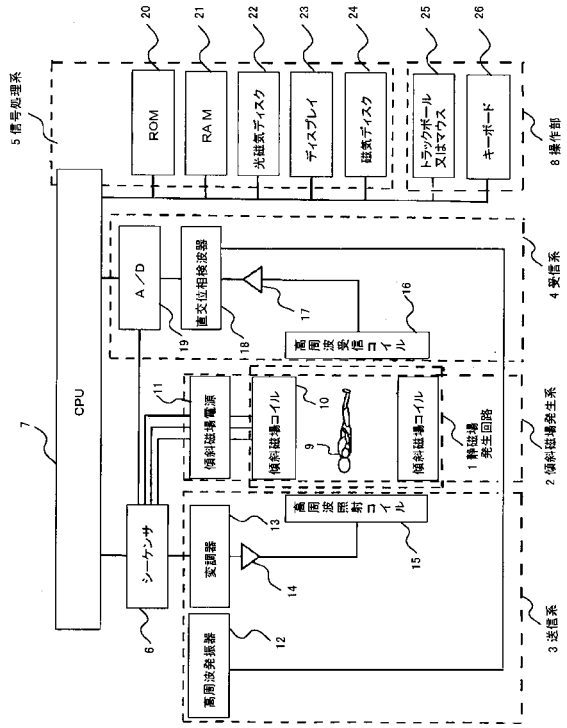
【図１０】パラメータ初期値τ'_{g1}、τ'_{g2}を３０ｍｓと５００ｍｓとした場合についての、フィッティング結果。

【符号の説明】

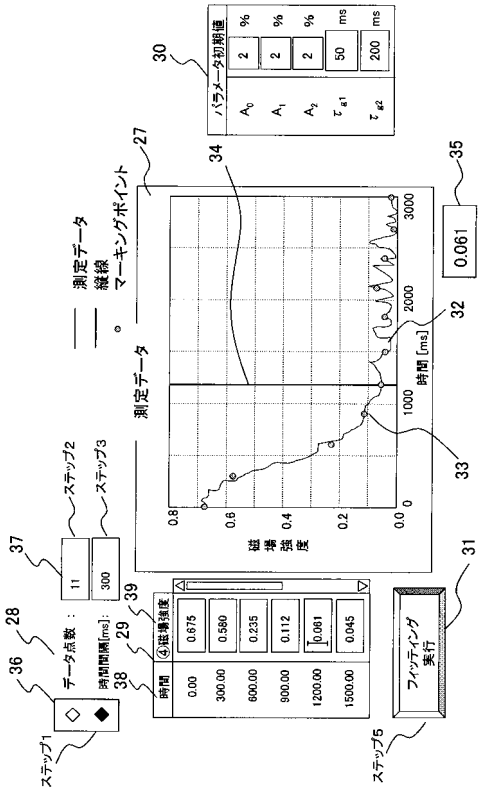
３１　フィッテング実行ボタン

３３　マーキングポイント

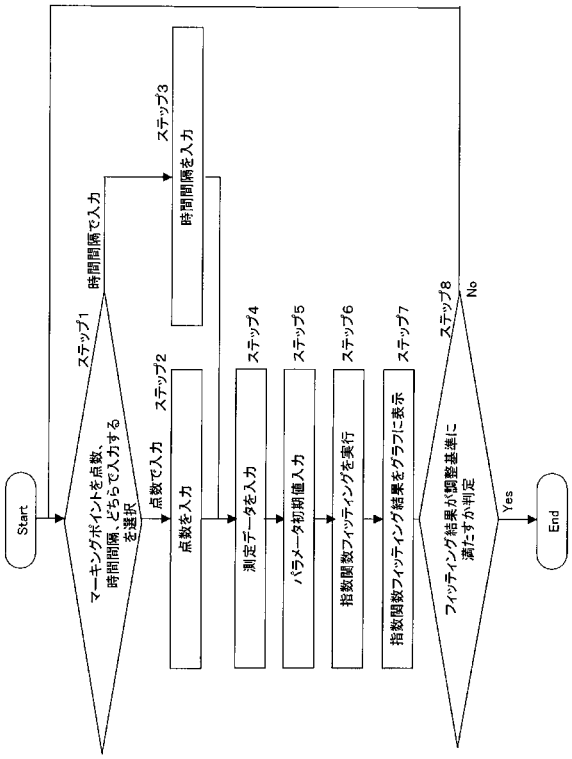
【図１】


CPU
ROM
RAM
光磁気ディスク
ディスプレイ
磁気ディスク
トラックボール又はマウス
キーボード
A／D
直交位相検波器
高周波受信コイル
傾斜磁場電源
傾斜磁場コイル
1 静磁場発生回路
シーケンサ
変調器
高周波照射コイル
高周波発振器
5 信号処理系
8 操作部
4 受信系
2 傾斜磁場発生系
3 送信系

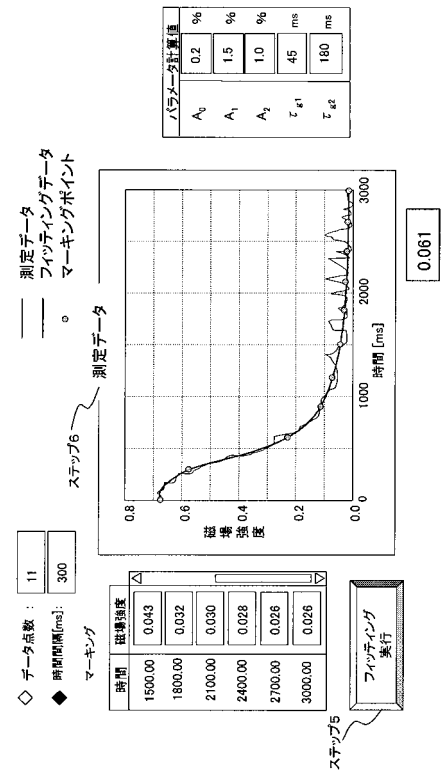
【図２】


データ点数 ：
時間間隔[ms]：
時間
磁場強度
測定データ
縦線
マーキングポイント
パラメータ初期値
フィッティング実行
ステップ1
ステップ2
ステップ3
ステップ5
0.061

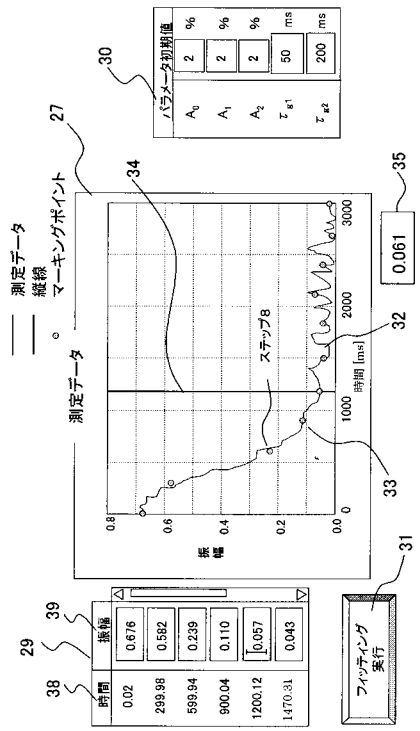
【図３】


Start
マーキングポイントを点数、時間間隔、どちらで入力するを選択
点数で入力
点数を入力
時間間隔で入力
時間間隔を入力
測定データを入力
パラメータ初期値入力
指数関数フィッティングを実行
指数関数フィッティング結果をグラフに表示
フィッティング結果が調整基準に満たすか判定
Yes
No
End
ステップ1
ステップ2
ステップ3
ステップ4
ステップ5
ステップ6
ステップ7
ステップ8

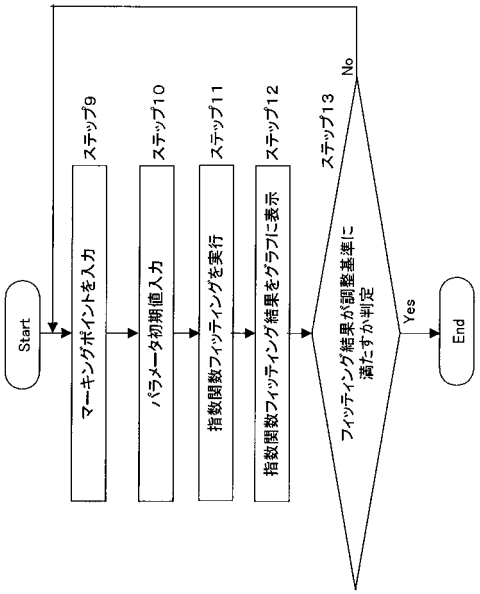
【図４】


データ点数 ：
時間間隔[ms]：
マーキング
時間
磁場強度
測定データ
フィッティングデータ
マーキングポイント
パラメータ計算値
フィッティング実行
ステップ5
ステップ6
0.061

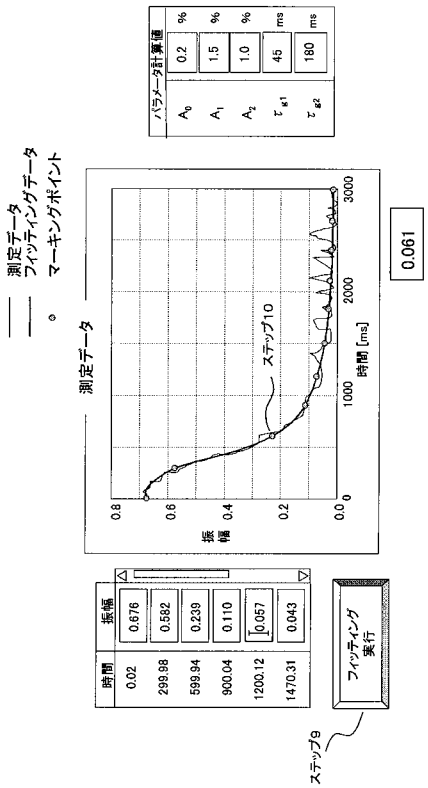
【図５】


測定データ
縦線
マーキングポイント
測定データ
ステップ8
振幅
時間 [ms]
パラメータ初期値
A_0 2 %
A_1 2 %
A_2 2 %
τ_{s1} 50 ms
τ_{s2} 200 ms
0.061
時間 振幅
0.02 0.676
299.98 0.582
599.94 0.239
900.04 0.110
1200.12 0.057
1470.31 0.043
フィッティング実行
27
29
30
31
32
33
34
35
38
39

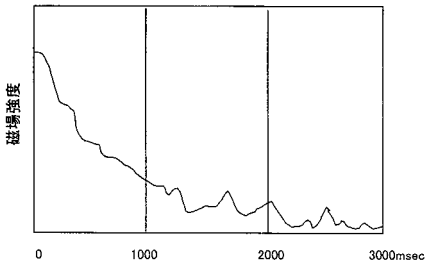
【図６】


Start
ステップ9
マーキングポイントを入力
ステップ10
パラメータ初期値入力
ステップ11
指数関数フィッティングを実行
ステップ12
指数関数フィッティング結果をグラフに表示
ステップ13
フィッティング結果が調整基準に適合するか判定
No
Yes
End

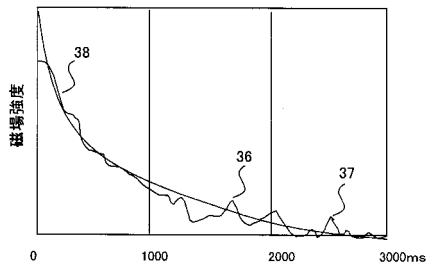
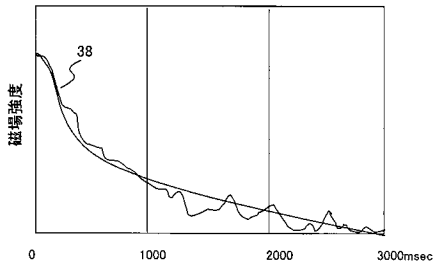
【図７】


測定データ
フィッティングデータ
マーキングポイント
測定データ
ステップ10
振幅
時間 [ms]
パラメータ計算値
A_0 0.2 %
A_1 1.5 %
A_2 1.0 %
τ_{s1} 45 ms
τ_{s2} 180 ms
0.061
時間 振幅
0.02 0.676
299.98 0.582
599.94 0.239
900.04 0.110
1200.12 0.057
1470.31 0.043
フィッティング実行
ステップ9

【図８】


磁場強度
0
1000
2000
3000msec

【図９】


磁場強度
38
36
37
0
1000
2000
3000ms

【図１０】