

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

**特許第5164447号
(P5164447)**

(45) 発行日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(24) 登録日 平成24年12月28日(2012.12.28)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 5/05 3 8 0
A 6 1 B 5/05 3 6 6

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-164678 (P2007-164678)
 (22) 出願日 平成19年6月22日 (2007.6.22)
 (65) 公開番号 特開2009-328 (P2009-328A)
 (43) 公開日 平成21年1月8日 (2009.1.8)
 審査請求日 平成22年6月21日 (2010.6.21)

(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 白丸 淳
 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内

審査官 島田 保

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気共鳴撮像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体を載置して移動させる手段と、
 前記被検体の全撮像領域を複数の領域に分割し、分割領域毎に前記被検体を移動させて
 NMR信号を計測する計測制御手段と、
 前記分割領域毎の画像を再構成すると共に、前記分割領域毎の画像を接合して、前記全
 撮像領域の画像を合成する画像再構成手段と、

前記被検体の画像と共に前記全撮像領域を設定するGUIを表示する表示手段と、
前記GUIの操作情報が入力される入力手段と、
前記入力された操作情報に基づいて前記全撮像領域を複数の領域に分割する分割手段と
、を備えた磁気共鳴イメージング装置において、
前記GUIは、曲面状のスライス断面を表す曲線を少なくとも一つ有していることを特
徴とする磁気共鳴イメージング装置。

10

【請求項 2】

請求項1記載の磁気共鳴イメージング装置において、
 前記分割手段は、前記曲面状のスライス断面を複数の平面で近似して分割し、
 前記計測制御手段は、前記複数の平面の各々を前記分割領域として計測することを特徴
 とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】

請求項1又は2記載の磁気共鳴イメージング装置において、

20

前記分割手段は、前記全撮影領域を、一回の撮像で撮像できる範囲毎に分割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】

被検体を載置して移動させる手段と、

前記被検体の全撮像領域を複数の領域に分割し、分割領域毎に前記被検体を移動させて

NMR信号を計測する計測制御手段と、

前記分割領域毎の画像を再構成すると共に、前記分割領域毎の画像を接合して、前記全撮像領域の画像を合成する画像再構成手段と、

前記被検体の画像と共に前記全撮像領域を設定するGUIを表示する表示手段と、

10

前記GUIの操作情報が入力される入力手段と、

前記入力された操作情報に基づいて前記全撮像領域を複数の領域に分割する分割手段と、

を備えた磁気共鳴イメージング装置において、

前記分割手段は、位置決め画像上に操作者により曲線で表された曲面を、方向の異なる複数の平面として近似して分割する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、被検体の撮像領域を分割して撮像する技術に関する。 20

【背景技術】

【0002】

MRI装置は、ハードウェア性能の限界により撮像できる領域の範囲や形状が限られているため、その限界を克服して長尺領域や曲面領域の画像を取得する方法が提案されてきた。

【0003】

MRI装置で長尺画像を取得する方法の一つとしてマルチステーション撮像方法が公知である。マルチステーション撮像方法において長尺画像を取得するためには、被検体を載置したテーブルをステーション毎にステップ移動させて、ステーション毎に撮像する。そして、ステーション毎に撮像された複数の画像を接続して長尺画像を取得する。 30

【0004】

複数の画像を接続して長尺画像を作成する方法がこれまで考案されてきており、例えば特許文献1では、画像間の重複領域の濃度情報に基づいて複数の画像を接合する方法が提案されている。

【0005】

【特許文献1】特開2006-158701号公報。

【0006】

また、MRI装置では撮像可能な領域の形状が、特別の工夫を施さない限り、平板状に限られている。そのため、曲面の断層像を取得するためには、複数の平面画像から三次元画像を再構成し(多断面再構成法)、さらにその三次元画像に対して取得する曲面を設定して曲面断層像を得る方法が一般的である。 40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

マルチステーション撮像方法で取得したステーション毎の画像を接合して長尺画像を作成することが可能になったが、この方法は、操作者が撮像する複数領域の設定や複数の画像を接合する操作を行う必要があり、煩雑であるという未解決の課題を有している。特許文献1では、この課題が考慮されていない。

【0008】

50

また、多断面再構成法による曲面画像の取得には、必要な曲面を含む多断面の撮像領域の撮像が必要であり、多断面の撮像領域の画像を取得するまでの時間を要するという未解決の課題がある。更に、その三次元画像に対して取得する曲面を設定する必要があり、その操作が煩雑であるという未解決の課題を有している。

【0009】

そこで本発明は、MRI装置において、ハードウェア性能の限界に依らずに、広範囲の撮像領域の長尺画像や曲面領域の画像を容易に取得できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を解決する本発明のMRI装置は、被検体を載置して移動させる手段と、被検体の全撮像領域を複数の領域に分割し、分割領域毎に被検体を移動させてNMR信号を計測する計測制御手段と、分割領域毎の画像を再構成すると共に、分割領域毎の画像を接合して、全撮像領域の画像を合成する画像再構成手段と、を備え、さらに、10

被検体の画像と共に全撮像領域を設定するGUIを表示する表示手段と、GUIの操作情報が入力される入力手段と、入力された操作情報に基づいて全撮像領域を複数の領域に分割する分割手段と、を備えていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明のMRI装置によれば、操作者は、ハードウェア性能の限界を気にせずに、その限界を超える広範囲の全撮像領域を容易に設定することができる。そして、その全撮像領域の撮像においては、複数の領域に分割されて、分割領域毎に撮像された画像が接合されて長尺画像や曲面画像を容易に取得することができるようになる。20

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

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。

【0013】

最初に、本発明に係るMRI装置の一例の全体概要を図1,2に基づいて説明する。図1は本発明に係るMRI装置の一実施例のその主たる構成を示すブロック図である。図2はその全体構成を示すブロック図である。このMRI装置は、主として被検体の撮像を行う撮像部100と、装置の制御や画像再構成などの信号処理を行う制御部200と、操作者からの指示を受け付けるための操作部や撮像によって得られた画像やGUIなどを表示する表示部(ディスプレイ)を備えた入出力部300と、磁気ディスクや光ディスクなどの外部記憶装置400とを備えている。30

【0014】

撮像部100は、図2に示すように、被検体1が配置される空間(撮像空間)に均一な静磁場を発生するための静磁場発生系2と、撮像空間に傾斜磁場を発生する傾斜磁場発生系3と、被検体1の組織を構成する原子の原子核を励起する高周波磁場を印加するための送信系5と、被検体1から発生するNMR信号を受信するための受信系6と、被検体1が載置されるテーブル30を撮像空間で移動するためのテーブル駆動系31を備えている。40

【0015】

静磁場発生系2は、被検体1の周りの空間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もので、永久磁石方式、常伝導方式あるいは超伝導方式の磁場発生手段が用いられる。

【0016】

傾斜磁場発生系3は、X、Y、Zの3軸方向に巻かれた傾斜磁場コイル9と、各傾斜磁場コイルを駆動する傾斜磁場電源10とからなり、撮像制御部(シーケンサ4)からの命令に従ってそれぞれの傾斜磁場コイルの傾斜磁場電源10が駆動されることにより、所望の方向の傾斜磁場を静磁場空間に発生する。これら傾斜磁場の印加の仕方により、被検体1の撮像断面(50

スライス面)が選択されるとともに、被検体1が発生する磁気共鳴信号(エコー信号)に位置情報(位相エンコード、周波数エンコード等)が付与される。

【0017】

送信系5は、高周波発振器11と変調器12と高周波増幅器13と送信側の高周波コイル14aとからなり、高周波発振器11から出力された高周波パルスが、シーケンサ4からの指令によるタイミングで変調器12により振幅変調される。この振幅変調された高周波パルスが、高周波増幅器13で増幅された後に、被検体1に近接して配置された高周波コイル14aに供給されることにより、電磁波であるRFパルスが被検体に照射される。

【0018】

受信系6は、受信側の高周波コイル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って誘起される被検体の応答の電磁波(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、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変換機17でデジタル量に変換される。

10

【0019】

制御部200は、傾斜磁場発生系3、送信系5及び受信系6を所定のパルスシーケンスに従つて制御する撮像制御部(シーケンサ4を含む)210と、撮像によって得られたNMR信号を用いて画像を再構成する画像再構成部220と、テーブル駆動系31を制御するテーブル制御部230と、表示部(ディスプレイ20)における表示を制御する表示制御部240と、これら各部の処理に必要なデータなどを記憶する記憶部250と、全体の制御を行う主制御部260とを備えている。

20

【0020】

撮像制御部210は、シーケンサ4を介して撮像方法によって決まるパルスシーケンスに従い傾斜磁場発生系3、送信系5、受信系6を制御する。

【0021】

テーブル制御部230は、撮像と撮像との間で、テーブル30をあらかじめ設定された距離だけステップ駆動するようにテーブルの移動を制御する。

【0022】

画像再構成部220は、受信系6からのデータが入力され、各種信号処理、画像再構成等の処理を実行し、その結果である被検体1の断層画像を外部記憶装置400の磁気ディスク18等に記録する。

30

【0023】

表示制御部240は、再構成された画像の出力(表示)を制御するとともに、撮像パラメータの設定やマルチステーション撮像における各ステーションの撮像条件、特にスライス条件を設定するために必要なGUIの表示を制御する。

【0024】

入出力部300は、被検体画像を表示するとともに装置の各種制御情報や信号処理系7で行う処理に必要な情報を入力するもので、トラックボールやマウス23、キーボード25などの操作部25と、操作部25に近接して配置された表示部(ディスプレイ20)とからなり、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装置の各種処理を制御する。

40

【実施例1】

【0025】

次に、本発明のMRI装置の第一の実施形態を説明する。本実施形態は、テーブルのステップ移動による被検体の長尺画像を取得するマルチステーション撮像法において、一ステーションで撮像できる範囲を超えた広範囲のスライス断面を設定可能にする。さらに、本実施形態は、広範囲の撮像領域を、なるべくステーション数が少なくなるように、即ち、テーブルのステップ移動回数がなるべく少くなるように分割し、分割した各撮像領域をステップ移動しながら撮像する。以下、本実施形態を図面を用いて詳細に説明する。

50

【0026】

最初に、テーブルのステップ移動による長尺画像を取得するマルチステーション撮像の処理フローの概要を図3に基づいて説明する。この処理フローにおける各処理ステップは、プログラムとして予め外部記憶装置400の磁気ディスク18等に記憶されており、必要に応じて制御部200の各部に読み出されて、実行されることにより実施されるものである。

以下、各処理ステップの詳細を説明する。

【0027】

ステップ301で、本撮像の撮像位置設定に用いる位置決め画像の撮像が行われる。この位置決め画像は、被検体の全身の組織形状が判別可能な程度の空間分解能の画像であれば良いので、一般的には、高速なパルスシーケンスを用いた位相エンコード数を少なくしたマルチステーション撮像法により取得される。10

即ち、被検体の全身が所定の撮像範囲毎に複数の領域に分割されて、各領域がテーブルのステップ移動により撮像される。各領域では、短時間で位相エンコード数を少なくした低空間分解能の画像が取得され、それらの各領域の画像がテーブルの移動方向に並列表示されて位置決め用の全身画像とされる。位置決め画像を撮像するためのパルスシーケンスは高速であることが好ましく、例えば、SSFPシーケンスやEPIシーケンスを用いることができる。

このような位置決め画像の撮像は、操作者の指示により起動され、撮像制御部210がマルチステーション撮像を制御し、画像再構成部220が取得されたNMR信号から各ステーションの画像を再構成する。再構成された各ステーションの画像は、外部記憶装置400にそれぞれ記憶される。20

【0028】

ステップ302で、表示制御部240が、ステップ301で撮像された各ステーションの画像を外部記憶装置400から読み出して、テーブル30の移動方向に並べて表示部に表示し、本撮像の撮像位置を設定するための位置決め画像として操作者に提示する。図4は、ステップ301で取得された画像401～404が並べられて、本撮像の撮像位置を設定するための位置決め画像として表示部に表示されている例である。

【0029】

ステップ303で、位置決め画像上で、全撮像領域が設定される。操作者は、位置決め画像中の被検体406を参照して、位置決め画像中に表示されたGUI407を操作することにより、本撮像における全撮像領域及びそのスライス断面を設定する。つまり、操作者は、1以上の線分から成るGUI407を操作して、一つのステーションで撮像可能な範囲以上又は以下の範囲を全撮像領域として設定することができる。一つの線分は一つのスライス断面を表す。全撮像領域及びそのスライス断面を設定するためのGUIの詳細については後述する。30

【0030】

ステップ304で、操作者により撮像が開始されると、撮像制御部210は、ステップ303で操作者がGUI407で設定した全撮像領域を解析し、全撮像領域を一つのステーションで撮像可能な複数の撮像領域に分割する。図4に、操作者によりGUI407を介して設定された全撮像領域が、一つのステーションで撮像可能な複数の撮像領域に分割された例を示す。分割領域408と409は、操作者が設定した全撮像領域が2つの領域に分割されて、それぞれの領域が別ステーションとして撮像されることを示している。分割の仕方の詳細は後述する。40

【0031】

ステップ305で、撮像制御部210は、分割された各撮像領域の画像に、撮像後に他の撮像領域の画像と接続する際に必要な情報を関連付ける。関連付ける情報は、その情報で再構成可能なものならば何でもよい。例えば、各分割領域の画像の左上など特定の場所の位置とサイズとしたり、それぞれの分割領域の画像にIDを付与し、各分割領域画像に隣接する分割領域の画像のIDと重複する領域の位置やサイズとしたりすることができる。

【0032】

ステップ306で、主制御部260は、全ての分割領域のマルチステーション撮像が完了したかどうかを判定する。50

【 0 0 3 3 】

ステップ307で、全分割領域のマルチステーション撮像が完了していなければ、主制御部260は、次の分割領域の位置が撮像範囲内にあるかを判定する。

【 0 0 3 4 】

ステップ308で、次の分割領域の位置が撮像範囲内になれば、主制御部260は、テーブル制御部230にテーブル位置を次の分割領域の位置に移動させる。

【 0 0 3 5 】

ステップ309で、次の分割領域の位置が撮像範囲内にあれば、主制御部260は、撮像制御部210に次の分割領域の位置を撮像させる。撮像後にはステップ306に戻る。このようにして、主制御部260は、全分割領域のマルチステーション撮像を行い、各分割領域の画像を取得する。10

【 0 0 3 6 】

ステップ310で、各分割領域の画像の取得が完了したら、主制御部260は、画像再構成部220に各分割領域で撮像された画像を接続させる。接続する際には、ステップ305で各分割領域の画像に関連付けられた情報が用いられる。図6は、マルチステーション撮像により取得された各分割画像が接続された例を示す。マルチステーション撮像により取得された画像601と602は、それぞれ画像の左上の位置情報603と604とが関連付けられており、それぞれの重なる領域の中間で接続されて一枚の長尺画像605とされている。各分割画像の接続については、例えば特許文献1に記載の方法を用いることができる。

【 0 0 3 7 】

以上までが、本実施形態のテーブルのステップ移動による長尺画像を取得する処理フローの概要の説明である。20

【 0 0 3 8 】

次に、位置決め画像上で全撮像領域を設定するためのGUI407の詳細について説明する。以下に説明するGUI407の表示制御は、表示制御部240が行う。

【 0 0 3 9 】

図5は、全撮像範囲及びそのスライス断面位置を設定するためのGUI407の一例を示している。このGUI407は、全撮像領域及びそのスライス断面を示す一つ以上の線分501と、線分全体の移動を行う領域502と、線分の回転を行う領域503及び504と、線分のサイズ変更を行う領域505と、線分数即ちスライス断面数の変更を行う領域506と、線分501の間隔即ちスライス断面の間隔変更を行う領域507と、で構成されている。操作領域は、半透明領域として操作者にその位置が示される。または、操作領域にマウスカーソルが移動されたときカーソル形状が変更されることで、操作者に操作領域の位置が示される。30

【 0 0 4 0 】

全撮像領域及びそのスライス断面を示す線分501の各々は、それぞれその線分がスライス断面を表すGUIであり、その長さが全撮像範囲を表し、線分が配置された位置がスライス断面を表し、その線分を通り紙面に垂直な平面がスライス断面となる。

【 0 0 4 1 】

線分全体の移動を行う領域502は、操作者がスライス断面の位置を平行移動できるようにするための領域である。この領域において、操作者は、マウス/トラックボールで所望の線分501を選択してドラッグし、所望の方向に平行移動させることにより、その線分が表すスライス断面が、線分の平行移動前から平行移動後の位置に変更される。尚、線分の移動は、選択された線分のみが移動するようにしても良いし、他の線分も連動して同じ方向に平行移動するようにしても良い。40

【 0 0 4 2 】

線分の回転を行う領域503及び504は、操作者がスライス断面の角度を変更できるようになるための領域である。この領域において、操作者は、マウス/トラックボールで所望の線分501を選択してドラッグし、所望の方向に回転移動させることにより、その線分が表すスライス断面が、線分の回転移動前から回転移動後の位置に変更される。回転の中心は、例えば線分の中点又は一方の端点とすることができる。尚、線分の回転は、選択された50

線分のみが回転するようにしても良いし、他の線分も連動して同じ方向に回転移動するようにも良い。後者の方がより好ましい。

【0043】

線分のサイズ変更を行う領域505は、操作者がスライス断面の線分長さ方向のサイズを変更できるようにするための領域である。この領域において、操作者は、マウス／トラックボールで領域505を選択してドラッグし、線分の長さ方向に平行移動させ、その線分の長さを変更することにより、その線分が表すスライス断面の線分長さ方向のサイズが、線分長さの変更前から変更後に変更される。また、スライス断面に位置も、線分長さの変更前の位置から変更後の位置に変更される。

【0044】

10

スライス断面数の変更を行う領域506は、操作者がスライス枚数の追加又は削除を行うための領域である。例えば、操作者のその領域上でのマウスの右クリックにより、ポップアップメニューが表示されて、操作者によりスライス枚数の追加又は削除が選択される。追加が選択された場合には、マウスの右クリックされた側の端のスライス断面の隣に、スライス断面と平行且つ既存のスライス断面間隔と同じ間隔を空けて新しいスライス断面を表す線分が追加される。

一方、削除が選択された場合は、マウスの右クリックされた位置の最寄りのスライス断面を表す線分が削除される。或いは、マウスの右クリックによりスライス枚数の数値を入力するためのポップアップメニューが表示されて、操作者による直接の数値入力により、スライス枚数の増減が行われても良い。

20

【0045】

スライス断面の間隔変更を行う領域507は、操作者がスライス断面間の間隔を変更するための領域である。この領域において、操作者は、マウス／トラックボールにより何れか一つのスライス断面をドラッグすることにより、そのドラッグに追従して、複数のスライス断面が連動して、それぞれのスライス断面間隔が広狭される。或いは、マウス右クリックにより、スライス間隔の数値を直接入力するためのポップアップメニューが表示されて、操作者による直接の数値入力により、スライス間隔の広狭が行われても良い。

以上までが、位置決め画像上で全撮像領域を設定するためのGUI407の説明である。

【0046】

30

次に、全撮像領域を一つのステーションで撮像可能な複数の撮像領域に分割する仕方について説明する。

【0047】

分割の仕方は、単純に、GUI407の何れか一方の端点から、一つのステーションにおけるテーブル移動方向のFOVのサイズ毎に分割する。FOVサイズとして、予め操作者により指定された値を用いても良いし、MRI装置の設計上の値から可能な値を事前に登録しておいて、その値を用いても良い。

或いは、操作者がGUI407で複数の点を指定し、撮像制御部210がその点を中心としたFOVを設定してもよい。

或いは、操作者がGUI407で複数の点を指定し、撮像制御部210がその点を境界線としたFOVを設定してもよい。

40

或いは、操作者がステーション数を指定し、撮像制御部210がGUI407で設定された全撮像領域を均等部に分割しても良い。

以上迄が、位置決め画像上で全撮像領域を設定するためのGUI407の詳細について説明である。

【0048】

以上説明したように、本実施形態によれば、操作者が、位置決め画像上で、一回で撮像出来る範囲を気にすることなく、広範囲に亘る全撮像領域及びそのスライス断面位置を設定でき、その全撮像領域の設定に対応して、なるべく分割数即ちステーション数が少なくなるように、全撮像領域が分割されてマルチスレーション撮像が行われるので、長尺画像を容易に撮像することができるようになる。

50

【実施例 2】**【0049】**

次に、本発明の第2の実施形態を説明する。本実施形態は、複数の平面で曲面を近似することにより、曲面を撮像する。前述の第1の実施形態と異なる点は、撮像領域およびそのスライス断面として曲面領域が対象となることであり、曲面領域の設定のための設定GUIの表示内容とその操作、及び、内部処理である。以下、異なる点のみ説明し、共通する点についての説明は省略して、本実施形態を説明する。

【0050】

最初に、本実施形態の曲面画像を取得する処理の概要を図7、図8に基づいて説明する。図7は曲面画像を取得する処理フローを表すフローチャートであり、図8は、曲面画像を取得する撮像方法の概要を示す。この処理フローにおける各処理ステップは、プログラムとして予め外部記憶装置400の磁気ディスク18等に記憶されており、必要に応じて制御部200の各部に読み出されて、実行されることにより実施されるものである。以下、各処理ステップの詳細を説明する。

10

【0051】

ステップ701で、本撮像の撮像位置設定に用いる位置決め画像の撮像が行われる。位置決め画像の撮像については、前述のステップ301と同様なので、説明を省略する。

【0052】

ステップ702で、表示制御部240が、ステップ301で撮像された各ステーションの画像を外部記憶装置400から読み出して表示部に並べて表示し、本撮像の撮像位置を設定するための位置決め画像として操作者に提示する。図8は、連続する2つの分割画像801と802とを体軸方向に並列表示して、位置決め画像として表示部に表示している例である。

20

【0053】

ステップ703で、位置決め画像上で全撮像領域及びそのスライス断面位置が設定される。操作者は、位置決め画像内の被検体803上に、マウス/トラックボールを用いて全撮像領域及びそのスライス断面を表すスライス曲線804を描画する。スライス断面は、このスライス曲線804を通り紙面に垂直な曲面となる。

【0054】

次に、操作者はスライス枚数を設定する。例えば、位置決め画像上でマウス右クリックによりスライス枚数入力のためのポップアップウィンドウを表示し、そのウィンドウ上でスライス枚数を数値入力またはメニュー選択によりスライス枚数を設定することができる。撮像制御部210は、入力されたスライス枚数に応じて、操作者により設定されたスライス断面を表すスライス曲線804に平行に、所定の間隔(例えば5mm)を空けて設定された枚数のスライス曲面をそれぞれ描画する。図9に複数のスライス曲面の例を示す。

30

【0055】

次に、操作者は、全撮像領域及びそのスライス断面を分割して撮像するための分割数を設定する。例えば、位置決め画像上でマウス右クリックにより分割数入力のためのポップアップウィンドウを表示し、そのウィンドウ上で分割数を数値入力またはメニュー選択により分割数を設定することができる。

【0056】

40

最後に、操作者は、各スライス断面を表すGUI804を調節して、各スライス曲面の撮像位置を変更する。スライス曲面の位置を設定するためのGUIの詳細は後述する。

【0057】

ステップ704で、主制御部260は、撮像制御部210に、入力された分割数とスライス断面の位置から、スライス断面を表す曲面を複数の平面で近似するための曲面の分割の仕方を計算させ、表示制御部240に、撮像位置設定用GUI804を表示部に表示させる。主制御部260は、この分割された平面毎に、各平面が表す撮像領域及びそのスライス断面にテーブル30をステップ移動させて、マルチステーション撮像を行う。このようにして曲面を直接撮像するのではなく、曲面を複数の平面に分割して、平面毎に撮像が行われる。分割の仕方の詳細については、後述する。図8に、スライス曲面を分割して撮像する平面805～808を示

50

している。

【0058】

ステップ705で、撮像制御部210は、分割された各撮像領域の画像に、撮像後に他の撮像領域の画像と接続する際に必要な情報を関連付ける。このステップの関連付け処理は、前述のステップ305と同様なので、説明を省略する。

【0059】

ステップ706で、主制御部260は、全ての分割領域のマルチステーション撮像が完了したかどうかを判定する。完了していなければステップ707に進む。完了していればステップ710に進む。

【0060】

ステップ707で、全ての分割領域のマルチステーション撮像が完了していなければ、主制御部260は、次の分割領域の位置が撮像範囲内にあるかを判定する。範囲内に無ければステップ708に進み、範囲内にあればステップ709に進む。

【0061】

ステップ708で、次の分割領域の位置が撮像範囲内になれば、主制御部260は、テーブル制御部230にテーブル位置を次の分割領域の位置に移動させる。

【0062】

ステップ709で、次の分割領域の位置が撮像範囲内にあれば、主制御部260は、撮像制御部210に次の分割領域の位置を撮像させる。撮像後にはステップ706に戻る。このようにして、主制御部260は全分割領域のマルチステーション撮像を行い、各分割領域の画像を取得する。

【0063】

ステップ710で、各分割領域の画像の取得が完了したら、主制御部260は、画像再構成部220に各分割領域で撮像された分割画像を接続させて、スライス曲面全体の平面近似画像を取得する。接続する際には、ステップ705で各分割領域の画像に関連付けられた情報が用いられる。尚、スライス曲面全体の画像は図8に示す様に平面として表示しても良いし、スライス曲面と同様の三次元曲面として表示しても良い。

【0064】

以上までが、曲面画像を取得する処理フローの説明である。

【0065】

次に、曲面形状の撮像領域及びそのスライス断面を設定するためのGUIの詳細を図9、図10を用いて説明する。

【0066】

図9は、曲面形状の撮像領域及びスライス断面を設定するためのGUI804を示している。このGUI804は、全撮像領域及びスライス断面を示す以上の曲線901と、スライス断面を調節する領域902と、曲線全体の移動を行う領域903と、曲線の回転を行う領域904及び905と、曲線のサイズ変更を行う領域906と、スライス断面数の変更を行う領域907と、曲線間隔即ちスライス断面間隔の変更を行う領域908と、で構成される。

【0067】

全撮像領域及びスライス断面を示す曲線901の各々は、それぞれその曲線がスライス断面を表すGUIであり、その長さが全撮像範囲を表し、曲線が配置された位置がスライス断面を表し、その曲線を通り紙面に垂直な曲面がスライス断面となる。

【0068】

スライス断面を調節する領域902は、断面の形状を変えるためのGUIである。操作者がこの領域をマウス／トラックボールでドラッグして曲線の形状を変えると、その変形された形状の位置を通るように断面が変形する。

尚、断面形状の変形は領域902が配置された曲線が表す断面のみでも良いし、他の曲線及びその曲線が表す断面も連動して同じ様に変形されても良い。

【0069】

曲線全体の移動を行う領域903は、スライス断面の位置を変更できるようにするための

10

20

30

40

50

領域である。この領域において、操作者は、マウスノットラックボールで所望の曲線901を選択してドラッグし、所望の方向に平行移動させることにより、その曲線が表すスライス断面が、曲線の平行移動前から平行移動後の位置に変更される。尚、曲線の移動は、選択された曲線のみが移動するようにしても良いし、他の曲線も連動して同じ方向に平行移動するようにしても良い。

【0070】

曲線の回転を行う領域904及び905は、スライス断面の角度を変更できるようにするための領域である。この領域において、操作者は、マウスノットラックボールで所望の曲線901を選択してドラッグし、所望の方向に回転移動させることにより、その曲線が表すスライス断面が、曲線の回転移動前から回転移動後の位置に変更される。回転の中心は、例えば曲線の中点とすることができます。尚、曲線の回転は、選択された曲線のみが回転するようにしても良いし、他の曲線が連動して同じ方向に回転移動するようにしても良い。後者の方がより好ましい。

【0071】

曲線のサイズ変更を行う領域906は、スライス断面の曲線長さ方向のサイズを変更できるようにするための領域である。この領域において、操作者は、マウスノットラックボールで領域906を選択してドラッグし、曲線の長さ方向に平行移動させることにより、その曲線の長さを変更して、その曲線が表すスライス断面の曲線長さ方向のサイズが、曲線長さの変更前から変更後に変更される。また、スライス断面に位置も、曲線長さの変更前の位置から変更後の位置に変更される。

【0072】

スライス断面数の変更を行う領域907は、スライス枚数の追加又は削除を行うための領域である。この領域907における操作は、前述の領域506と同様なので説明を省略する。

【0073】

曲面901の間隔変更を行う領域908は、スライス断面間の間隔を変更するための領域である。この領域908における操作は、前述の領域507と同様なので説明を省略する。

【0074】

以上迄が、曲面形状の撮像領域及びそのスライス断面を設定するためのGUIの説明である。

【0075】

次に、スライス断面を表す曲面を複数の平面で近似するための分割の仕方について説明する。

図10は、曲面として設定した全撮像領域1001を複数の平面で近似する方法を示している。尚、図10は以下に説明する各面と紙面との交線のみを示している。

(a)図に示すように、全撮像領域としての曲面1001の両端を結ぶ平面1005を算出する。次に、平面1005を平行移動させて、曲面1001の凸側との接線1004を検出する。この接線1004を曲面1001の分割線とする。この結果、曲面1001を、端線1002と分割線1004とを結ぶ平面と、端線1003と分割線1004とを結ぶ平面と、の2つの平面で近似することができる。

【0076】

分割された曲面1001の各曲面部分を更に分割する場合は、(b)図に示すように、同様の方法を繰り返す。例えば、部分曲面(1002-1004)を分割するには、曲面1001の上側の端線1002と分割線1004とを結ぶ平面1008を算出し、この平面1008を平行移動させて、部分曲面(1002-1004)の凸側との接線1006を検出し、この接線1006を部分曲面(1002-1004)の分割線とする。この結果、部分曲面(1002-1004)を、端線1002と分割線1006とを結ぶ平面と、分割線1004と分割線1006とを結ぶ平面と、の2つの平面で近似することができる。

【0077】

また、部分曲面(1003-1004)を分割するには、曲面1001の下側の端線1003と分割線1004とを結ぶ平面1009を算出し、この平面1009を平行移動させて、部分曲面(1003-1004)の凸側との接線1007を検出し、この接線1007を部分曲面(1003-1004)の分割線とする。この結果、部分曲面(1003-1004)を、端線1003と分割線1007とを結ぶ平面と、分割線1004と分割線1007とを結ぶ平面と、分割線1004と分割線1007とを結ぶ平面と、分割線1004と分割

10

20

30

40

50

線1007とを結ぶ平面と、の2つの平面で近似することができる。

【0078】

尚、操作者が指定する分割数が奇数の場合は、曲率の高い部分曲面を優先的に分割するために、分割したい曲面の端線を結ぶ平面1008、1009と接点1006、1007との距離が大きい方の部分曲面を優先的に分割する。

【0079】

以上の様に、2分割を繰り返しながら、曲面を複数の平面で近似していくことにより、近似精度を確保しつつ、なるべくステーション数が少なくなる様に曲面領域の分割を行うことができる。

【0080】

以上説明したように、本実施形態によれば、前述の第1の実施形態で説明した効果が、曲面を撮像する場合にも同様に得られる。即ち、位置決め画像上で、一回で撮像出来る範囲を気にすることなく、広範囲に亘る任意の曲面上の撮像領域及びそのスライス断面位置を設定でき、その撮像領域の設定に対応して、なるべくステーション数が少なくなるよう、撮像領域が分割されてマルチステーション撮像が行われるので、曲面画像を容易に撮像することができるようになる。

以上、本発明の各実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されることなく種々の変更が可能である。例えば、全撮像領域を設定する画像を事前に取得された位置決め画像としたが、位置決め画像に限らず、同じ被検体で取得された画像であれば、いずれの画像を用いて、その画像上で全撮像領域が設定されても良い。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明の撮像方法で使用するMRI装置の全体構成を示すブロック図。

【図2】本発明の撮像方法で使用するMRI装置の構成要素を示す図。

【図3】第一の実施形態の手順を示すフローチャート。

【図4】第一の実施形態の概要を示す図。

【図5】第一の実施形態の撮像領域を設定するGUIを示す図。

【図6】第一の実施形態の接合方法を示す図。

【図7】第二の実施形態の手順を示す図。

【図8】第二の実施形態の概要を示す図。

【図9】第二の実施形態の撮像位置を設定するGUIを示す図。

【図10】第二の実施形態の撮像位置を設定するGUIを直線に分割する方法を示す図。

【符号の説明】

【0082】

100 撮像部、200 制御部、300 入出力部、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 高周波增幅器、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 トランクボール又はマウス、24 キーボード、25 操作部、31 テーブル駆動系、406 被検体、407 GUI、803 被検体、804 GUI、

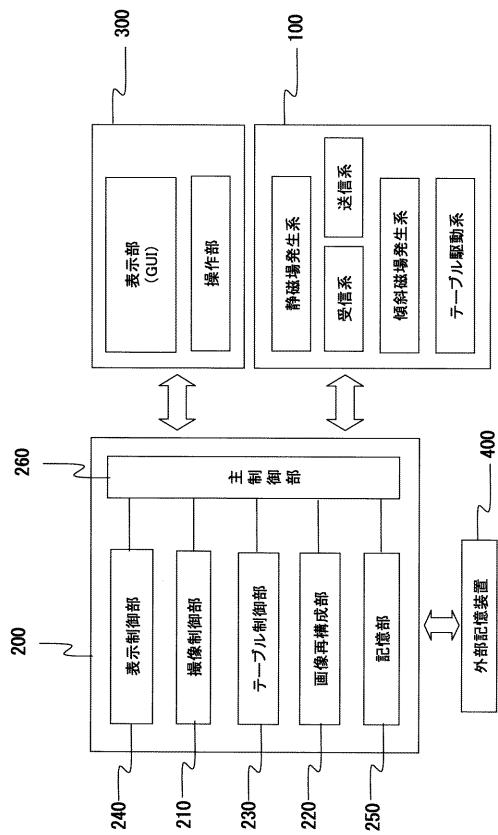
10

20

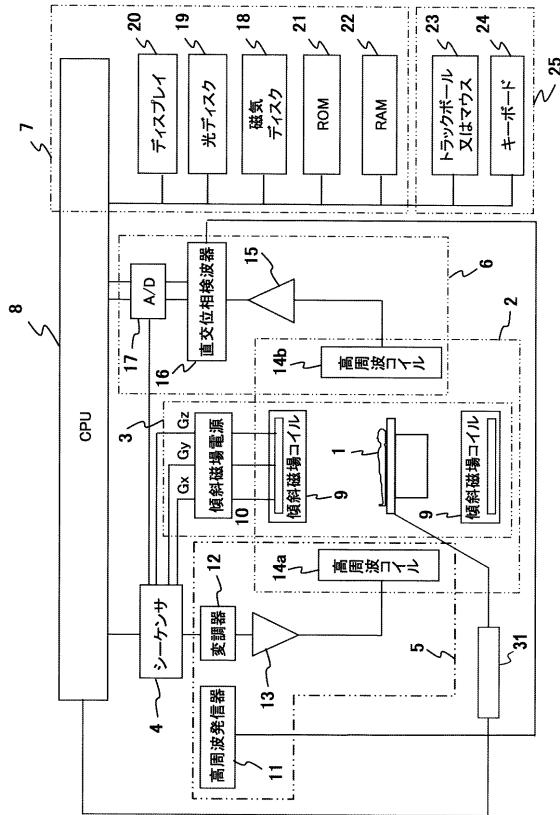
30

40

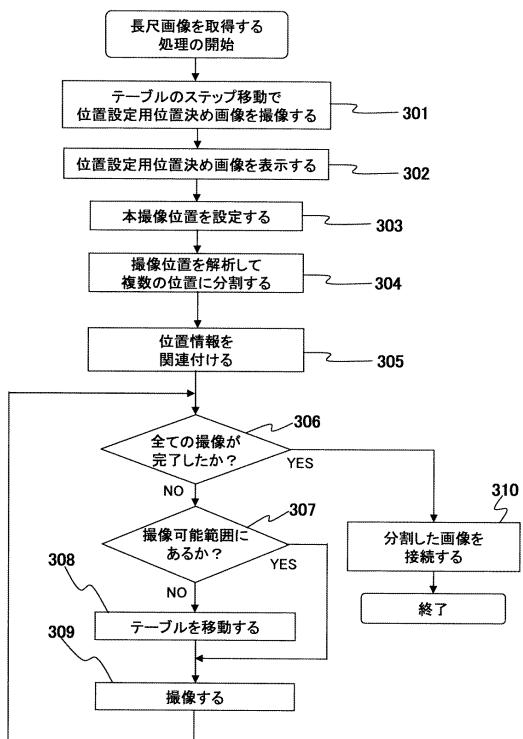
【図1】



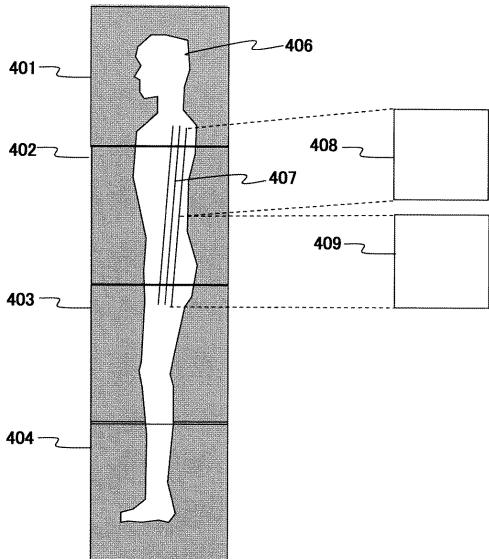
【図2】



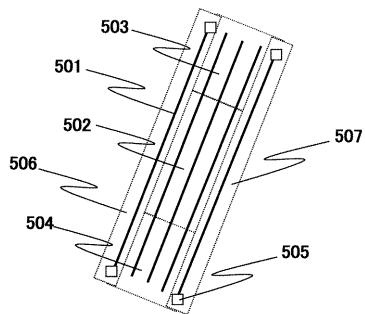
【図3】



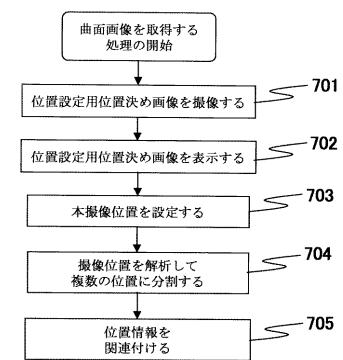
【図4】



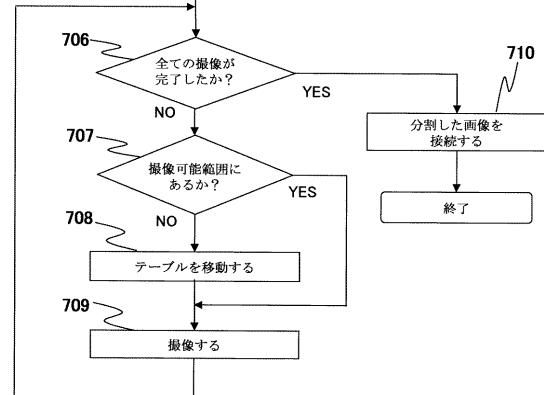
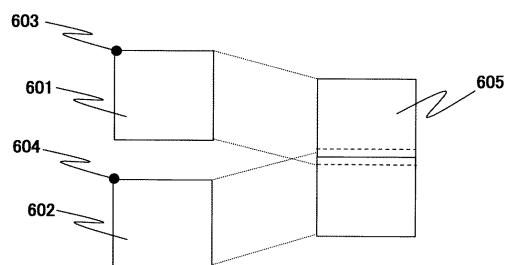
【図5】



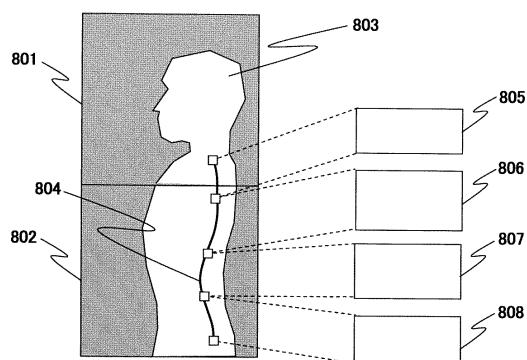
【図7】



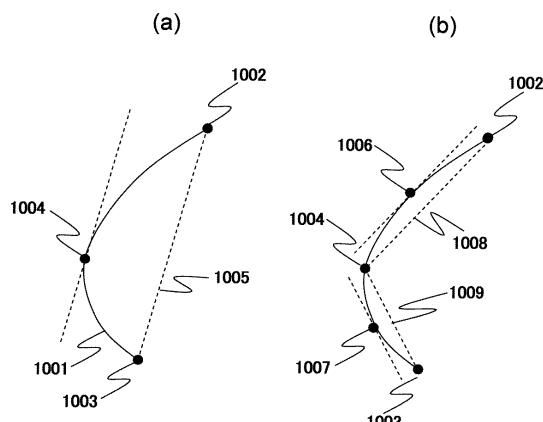
【図6】



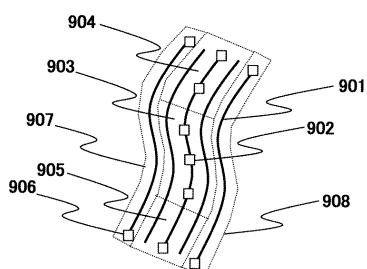
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-144144(JP,A)
特開2005-028017(JP,A)
特開平06-215153(JP,A)
特開2004-016374(JP,A)
国際公開第2006/132104(WO,A1)
国際公開第2006/134958(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 5 / 055
J S T P l u s / J M E D P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I)