

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3988183号

(P3988183)

(45) 発行日 平成19年10月10日(2007.10.10)

(24) 登録日 平成19年7月27日(2007.7.27)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 5/055 (2006.01)
G 0 1 R 33/28 (2006.01)
 A 6 1 B 5/05 3 7 O
 A 6 1 B 5/05 3 9 O
 G 0 1 N 24/02 Y

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-150914 (P2002-150914)	(73) 特許権者	000153498
(22) 出願日	平成14年5月24日(2002.5.24)		株式会社日立メディコ
(65) 公開番号	特開2003-339664 (P2003-339664A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成15年12月2日(2003.12.2)	(74) 代理人	100083116
審査請求日	平成17年5月16日(2005.5.16)		弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	永尾 尚子
			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	小村 和美
			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	仲本 秀和
			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

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】

被検体に静磁場と高周波パルスと傾斜磁場とを印加する撮影シーケンスを実行して前記被検体から発生する磁気共鳴信号を受信し、該受信した磁気共鳴信号に基づいて断層像を生成して表示する磁気共鳴イメージング装置であって、断面位置出力手段から出力される被検体の断面位置に基づいて前記高周波パルスと前記傾斜磁場との印加を制御し、前記断面位置の断層像を生成して表示する磁気イメージング装置において、

撮影する被検体の断面位置を指示するための指示部材と、

前記指示部材の位置を検出する位置検出手段と、

前記位置検出手段によって検出された前記指示部材の位置に対して任意のオフセット量を設定するための調整手段と、

前記位置検出手段によって検出された前記指示部材の位置と前記調整手段によって設定されたオフセット量とに基づいて前記被検体の断面位置を出力する前記断面位置出力手段と、

を備えたことを特徴する磁気共鳴イメージング装置。

【請求項2】

前記指示部材は、穿刺針と、所定の位置関係に配置された少なくとも3つの反射体又は発光体を有するポイントと、前記ポイントを前記穿刺針の先端と一定の位置関係を有するように前記穿刺針に取り付けるための取付具と、を備え、

前記位置検出手段は、前記ポイントの位置及び姿勢に基づいて穿刺針の先端の位置を算

20

出し、前記算出された穿刺針の先端の位置を前記指示部材の位置として検出することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】

撮影断面の幾何学的な 3 次元表示面と前記撮影断面を 1 以上の異なる面に投影した場合の断面位置を示す各表示面のうちの少なくとも 1 つを示す表示画面を表示するモニタを更に備え、

前記表示画面上において断面位置を移動又は回転させると、その移動又は回転結果に基づいて実際に撮影される断面位置を調整する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 4】

10

前記被検体に穿針された穿刺針を含む前記被検体の断層像を表示するモニタを更に備え、

前記断層像に含まれる前記穿刺針の傾き量又はずれ量を入力すると、その入力された傾き量又はずれ量に基づいて、実際に撮影される断面位置を調整する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 5】

前記実際に撮影される断面位置を調整した場合に、前記調整手段は、その調整に使用した前記移動又は回転結果、若しくは前記傾き量又はずれ量をオフセット量として記憶する、

ことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の磁気共鳴イメージング装置。

20

【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に係り、特に任意に設定した被検体の断面位置の断層像を自動的に撮影する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気共鳴イメージング装置（以下、MRI 装置と称する）は、連続的に被検体中の水素や磷等からの核磁気共鳴信号（以下、MR 信号と称する）を測定し、核の密度分布や緩和時間分布等を画像化するものである。

30

【0003】

現在、臨床で普及している MRI 装置の撮影対象は、被検体の主たる構成物質のプロトンである。MRI 装置は、プロトン密度の空間分布や、励起状態の緩和現象の空間分布を画像化することで、人体頭部、腹部、四肢等の形態又は機能を 2 次元もしくは 3 次的に撮影する。

【0004】

一般的な MRI 装置は、患者の周囲に静磁場を発生する磁石と、この空間に傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイルと、この領域に高周波磁場パルス（以下、RF パルスと称する）を発生する RF コイルと、患者の生体組織の原子核の核磁気共鳴により放出されるエコー信号（以下、MR 信号と称する）を検出する RF 受信コイルとを含み構成されている。

40

【0005】

傾斜磁場コイルは、XYZ の直交 3 軸方向の傾斜磁場コイルで構成され、傾斜磁場電源からの信号に応じてそれぞれ傾斜磁場を発生する。RF コイルは、RF 送信部の信号に応じて RF パルスを発生する。RF コイルの信号は、RF 受信コイルで検出され、信号処理部で信号処理され、また計算により画像信号に変換される。

【0006】

画像信号は、表示部で断層像として表示される。傾斜磁場電源、RF 送信部、信号検出部などは、制御部で制御され、制御のタイムチャートは一般にパルスシーケンスと呼ばれている。患者は、ベッドに横たわって RF 受信コイル、RF コイル、傾斜磁場コイルなどで囲まれた装置内の空間に搬送され、断層面の撮影が行われる。

50

【0007】

このようなMRI装置を用いた心臓イメージングや、手術時の穿刺針のモニタリング、経皮的治療などに使用されるI-MRI装置(Interventional-MRI装置、又はIntraoperative-MRI装置の略称)では、リアルタイムで撮影する断層面を任意に設定したい要望がある。

【0008】

撮影する断層面を任意に設定する手法として、MRI画像をモニタ上に表示し、グラフィカルユーザーインターフェース(GUI)を利用して画面上のボタンをクリックして、次に撮影する断層像を決定する方法(Magnetic Resonance in Medicine:Real-time interactive MRI on a conventional scanner;AB.Kerr 他、38巻、pp.355-367(1997))や、3次元マウスなどを使う方法(USP-5512827)などが提案されている。

10

【0009】

これらの方法では、撮影する断層面の位置や向きをマウスなどの入力手段で調整、設定しなければならず煩雑なので、MRI装置としては、より簡便に撮影する断層面の位置や向きを調整、設定できることが望ましい。その手法として、USP-5365927やUSP-6026315などの断層面指示デバイス(ポインタなど)を用いて撮影する断層面を決定するMRI装置が提案されている。

【0010】

USP-5365927は、断層面指示デバイスであるポインタに発光ダイオードが設けられ、操作者がポインタで指し示した位置を赤外線カメラで検出したり、関節にセンサが備えられたアームの先端部にポインタを設け、アームの関節の角度などでポインタの位置を検出し、これに基づいて断層面を自動的に調整するものである。

20

【0011】

また、USP-6026315は、2個の赤外線カメラと、3個の反射球を備えたポインタとを使って指示した断層面を自動的に決定して撮影するものである。

【0012】

一方、MRI装置での撮影時の患者は、閉鎖された空間内に閉じ込められるので、閉塞感や圧迫感などにより苦痛を感じる場合がある。そこで、撮影中の患者に苦痛を与えないようなオープン型のMRI装置が提案されている。このオープン型のMRI装置は、開放された部分から患者にアクセスが可能なため、ポインタなどを用いて容易に断層面を指示し、この指示した断層面をリアルタイムで撮影することができることから、I-MRI装置としての開発が進められている。

30

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記オープン型のMRI装置は、患者や操作者の動きや姿勢に対する制約が少なくなり、操作者がポインタなどを使用して断層面を指示し、種々の断層面をリアルタイムで撮影することができるが、従来の断層面の位置や向きを調整、設定する手段では、自由度が低く使い勝手に課題があり、より自由度の高い断層面の位置や向きを調整、設定する手段が望まれる。

【0014】

また、ポインタなどを使用して指定した断層面を撮影する際には、その断層面を正確に(即ち、指定された断層面と異なる断層面が撮影されないように)撮影することが望まれる。特に、穿刺針などの処置具を用い、その処置具が断層像に表示されるように断層面を指定して撮影する場合には、指定した断層面と撮影した断層面とを一致させる必要がある。

40

【0015】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、被検体の断層面をリアルタイムに撮影する際に、その断層面の位置や向きの指定を簡単に行うことができ、かつ指定した断層面を確実に撮影することができる磁気共鳴イメージング装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

50

前記目的を達成するために請求項1に係る発明は、被検体に静磁場と高周波パルスと傾斜磁場とを印加する撮影シーケンスを実行して前記被検体から発生する磁気共鳴信号を受信し、該受信した磁気共鳴信号に基づいて断層像を生成して表示する磁気共鳴イメージング装置であって、断面位置出力手段から出力される被検体の断面位置に基づいて前記高周波パルスと前記傾斜磁場との印加を制御し、前記断面位置の断層像を生成して表示する磁気イメージング装置において、撮影する被検体の断面位置を指示するための指示部材と、前記指示部材の位置を検出する位置検出手段と、前記位置検出手段によって検出された前記指示部材の位置に対して任意のオフセット量を設定するための調整手段と、前記位置検出手段によって検出された前記指示部材の位置と前記調整手段によって設定されたオフセット量とに基づいて前記被検体の断面位置を出力する前記断面位置出力手段と、を備えたことを特徴している。

10

また請求項2に係る発明は、撮影断面の幾何学的な3次元表示面と前記撮影断面を1以上の異なる面に投影した場合の断面位置を示す各表示面のうちの少なくとも1つを示す表示画面を表示するモニタを更に備え、前記表示画面上において断面位置を移動又は回転させると、その移動又は回転結果に基づいて実際に撮影される断面位置を調整する、ことを特徴としている。

また請求項3に係る発明は、前記被検体に穿針された穿刺針を含む前記被検体の断面位置の断層像を表示するモニタを更に備え、前記断層像に含まれる前記穿刺針の傾き量又はずれ量を入力すると、その入力された傾き量又はずれ量に基づいて、実際に撮影される断面位置を調整する、ことを特徴としている。

20

また請求項4に係る発明は、前記実際に撮影される断面位置を調整した場合に、前記調整手段は、その調整に使用された前記移動又は回転結果、若しくは前記傾き量又はずれ量をオフセット量として記憶する、ことを特徴としている。

【0017】

即ち、前記指示部材により撮影する被検体の断面位置を指示し、この指示部材の位置を位置検出手段によって検出する。指示部材としては、例えば、所定の位置関係に配置された少なくとも3つの反射体又は発光体を有し、位置検出手段としては、3つの反射体又は発光体を撮影する撮像手段を含み、3つの反射体又は発光体の撮像面上の位置に基づいて、所定の3次元座標系における指示部材の位置（各座標軸回りの回転位置も含む）を検出する。

30

【0018】

前記指示部材の位置が検出されると、この指示部材の位置と該指示部材によって指示される被検体の断面位置とは一定の関係にあるため、前記断面位置出力手段は、前記指示部材の位置に基づいて撮影する被検体の断面位置を出力する。

【0019】

ところで、前記指示部材を所定の取付具によって穿刺針や冷凍治療プローブなどの処置具に取り付けることにより、処置具を含む断層像を撮影することができる。しかしながら、指示部材と処置具との位置関係が正確でない場合（例えば、取付具による指示部材の取付誤差などがある場合）には、処置具を含む断層像と、実際に撮影される断層像とがずれることになる。

40

【0020】

そこで、前記調整手段は、両者の断層像のずれを補正するために、前記位置検出手段によって検出された前記指示部材の位置に対して任意のオフセット量を設定できるようになっている。

【0021】

前記オフセット量の設定方法としては、例えば、現在表示されている断層像を見ながら所望の断層像が表示されるように手動で各座標軸方向の移動量や各座標軸回りの回転量を示すオフセット量を設定する。

【0022】

【発明の実施の形態】

50

以下添付図面に従って本発明に係る磁気共鳴イメージング装置の好ましい実施の形態について詳説する。

【0023】

図1は本発明に係る磁気共鳴イメージング装置の実施の形態を示す全体構成を示す模式図である。

【0024】

図1に示すMRI装置1は、例えば、垂直磁場方式0.3T永久磁石MRI装置であり、垂直な静磁場を発生させる上部磁石3と下部磁石5、これらの磁石を連結するとともに上部磁石3を支持する支柱7、位置検出デバイス9、アーム11、モニタ13、モニタ支持部15、基準ツール17、パーソナルコンピュータ19、ベッド21、制御部23などを

10

【0025】

MRI装置1の図示しない傾斜磁場発生部は、傾斜磁場をパルス的に発生させ、最大傾斜磁場強度15mT/mで、スルーレート20mT/m/msである。

【0026】

更に、MRI装置1は、静磁場中の被検体24に核磁気共鳴を生じさせるための図示しないRF送信器、被検体24からの核磁気共鳴信号を受信する図示しないRF受信器を備え、これらは12.8MHzの共振型コイルで構成されている。

【0027】

位置検出デバイス9は、赤外線を発光する図示しない発光ダイオードを含む2台の赤外線カメラ25と、2台の赤外線カメラ25によって取得された画像を処理し、断層面指示デバイスであるポインタ26の位置及び姿勢を測定する図示しない測定部とから構成されている。尚、パーソナルコンピュータ19が前記測定部における処理を行うようにしてもよい。また、位置検出デバイス9は、アーム11により移動可能に上部磁石3に連結され、MRI装置1本体に対する配置を適宜変更することができるようになっている。

20

【0028】

モニタ13は、操作者29が把持するポインタ26により指示された被検体24の断層面の画像を表示するもので、モニタ支持部15により、赤外線カメラ25と同様に上部磁石3に連結されている。基準ツール17は、赤外線カメラ25の座標系とMRI装置1の座標系とをリンクさせるもので、3つの反射球35を備え、上部磁石3の側面に設けられて

30

【0029】

パーソナルコンピュータ19には、位置検出デバイス9によって測定されたポインタ26の位置が、位置データとして、例えばRS232Cケーブル33を介して送信される。

【0030】

制御部23は、ワークステーションで構成され、傾斜磁場発生部、RF送信器、RF受信器などを制御する。また、制御部23は、パーソナルコンピュータ19と接続されている。

【0031】

パーソナルコンピュータ19では、位置検出デバイス9から入力したポインタ26の位置を、MRI装置1で利用可能な断面位置を示す位置データに変換して制御部23へ送信する。制御部23は、パーソナルコンピュータ19から入力する位置データに基づいて傾斜磁場への印加を制御し、前記位置データを撮影シーケンスの撮影断面へ反映させる。新たな撮影断面で取得された断層像は、モニタ13に表示される。

40

【0032】

次に、断層面指示デバイスであるポインタ26について説明する。

【0033】

図2に示すようにポインタ26には、ポインタ26の位置及び姿勢が特定可能なようにポインタ本体26eに対して4つの反射球26a~26dが配置されている。尚、反射球は少なくとも3つ必要であるが、この実施の形態では4つ設けることで、高い位置検出精度

50

が得られるようになっている。

【0034】

また、ポインタ26には取付具26fが設けられており、ポインタ26はこの取付具26fにより穿刺針27に取り付けられる。このポインタ26は、穿刺針27の先端27aから一定距離だけ離間した所定の位置に取り付けられ、これによりポインタ26の位置と、穿刺針27の先端27aの位置とは一定の位置関係になっている。パーソナルコンピュータ19は、位置検出デバイス9から入力するポインタ26の位置及び姿勢に基づいて穿刺針27の先端27aの位置を算出し、この先端27aの位置を、撮影断面の中心位置を示す位置（即ち、被検体の断面位置）として制御部23に出力する。

【0035】

上記のようにポインタ26を穿刺針27の所定の位置に取り付け、穿刺針27の先端27aの位置を常に撮影断面の中心位置となるように構成した場合、モニタ13には、穿刺針27の画像（穿刺針27の部分だけ黒い線となる画像）を常に含み、画像の中心に穿刺針27の先端が位置する断層像が表示されることになる。

【0036】

ところで、ポインタ26の取付具26fの個体差、取付誤差などに起因して、ポインタ26と穿刺針27とがずれ、穿刺針27が撮影できない（穿刺針27と断層像とずれる）ことがある。

【0037】

次に、上記ポインタ26と穿刺針27とのずれを補正する方法について説明する。

【0038】

まず、ポインタ26が指示する断層面を撮影する穿刺モニタリング時のモードにおいて、撮影断面の位置及び向きを調整するための調整モードにする。前述したように穿刺モニタリング時には、位置検出デバイス9によって検出されるポインタ26の位置及び姿勢に基づいて穿刺針27の先端27aの位置が、撮影断面の中心位置となるように自動的に被検体の断面位置を決定して撮影するが、前記調整モード時には、前記決定した被検体の断面位置や向きを、マウスなどの入力手段により調整することができるようになっている。即ち、調整モード時には、入力手段によって適宜指示された移動量及び回転量がオフセット量として与えられ、ポインタ26の位置及び姿勢に基づいて決定した被検体の断面位置及び向きを、前記オフセット量により補正するようにしている。

【0039】

図3は上記調整モード時に実際に撮影される断面位置を調整する方法の一例を説明するために用いた図である。

【0040】

図3に示すように調整モード時のモニタ13には、撮影断面の幾何学的な3次元表示面(1)、及び撮影断面をx y面、y z面、z x面に投影した場合の断面位置を示す各表示面(2)～(4)が表示される。尚、実際に撮影されている断層像も表示されるが、図3上では省略されている。

【0041】

また、モニタ13には、マウスによって操作可能な移動ボタン40、回転ボタン42、x y zの数値をアップダウンさせるアップダウンボタン44等が表示される。

【0042】

ここで、移動ボタン40が押されている場合には、ある表示画面上でマウス操作により断面位置を移動させることができる。即ち、マウス・ポインタを断面位置に合わせ、ボタンを押したままマウス・ポインタを移動させること（ドラッグすること）によって、断面位置を移動させることができる。ある一面での移動結果は、他の3面にも反映される。

【0043】

同様に、回転ボタン42が押されている場合には、ある表示画面上でマウス操作により断面の向きを変更（回転）させることができる。ある一面での回転結果は、他の3面にも反映される。

10

20

30

40

50

【0044】

変更結果は、1) 変更される毎に送信、2) 確定ボタンを押すことで送信の2パターンから選択できる。回転の際の回転中心軸は、x, y, z 軸であるが、必要に応じて任意の直線を回転中心軸としてもよい。

【0045】

また、マウスでアップダウンボタン44を操作してx y zの数値を入力したり、キーボードでx y zの数値を入力してもよい。

【0046】

尚、変更処理はリセットボタンによって変更を加える前の状態に戻したり、取消ボタンで直前の処理を取り消して前の状態に戻すこともできる。

10

【0047】

ところで、上記撮影断面の位置や向きを調整するためのマウス操作等は、実際に撮影された断層像を見ながら、穿刺針27が断層像の所定の位置（例えば、穿刺針27の先端27aが断層像の中心に位置し、かつ穿刺針27が画面上で水平となる位置）に撮影されるように行われる。そして、調整モードを終了させると、その調整モードで調整された数値がオフセット量として記憶され、その後の穿刺モニタリング時にポインタ26（即ち、穿刺針27）を移動させた場合には、常に穿刺針27が断層像に撮影され、かつその先端27aが断層像の中心に位置するように断面位置及び向きが決定されて撮影される。

【0048】

図4は調整モード時に実際に撮影される断面位置を調整する方法の他の例を説明するために用いた図である。

20

【0049】

この方法は、撮影断面が表示されている画面から、本来撮影されるべき位置と実際に撮影されている位置の変位を求め、それを入力することで補正を行う。

【0050】

例えば、図4(1)に示すようにモニタ13には、穿刺針27が水平で、先端27aが断層像の中心Oにくるようになっていてもかかわらず、図4(2)に示すように穿刺針27が傾いている場合、その傾き量 θ を入力することで、そのずれ量 θ を補正する。同様に、図4(3)に示すように穿刺針27が平行にずれている場合は、そのずれ量dを入力することで、ずれ量dを補正する。

30

【0051】

前記ずれ量 θ やdは、実際に撮影されている穿刺針27をマウス・ポインタがトレースするようにマウス操作することで、自動的に算出するようにしてもよい。また、撮影断面が表示されている画面上で、図4に示したようにマウス操作、数値入力によって調整することも可能である。更に、他の方法としては、例えば、ジョイスティック等の3次元位置入力装置を用いて、ジョイスティックの3次元の動きを直接断面の位置と連動させて補正してもよい。

【0052】

尚、この実施の形態では、赤外線カメラ25の座標系とMRI装置1の座標系とをリンクさせるための基準ツール17を設けるようにしているが、MRI装置1と赤外線カメラ25との位置関係が固定されている場合や、ポインタ26がある位置にある時のMRI装置1との位置関係が明確な場合は特に必要としない場合もある。

40

【0053】

また、この実施の形態では、ポインタ26を穿刺針27に取り付けた場合について説明したが、これに限らず、冷凍治療プローブなどの他の処置具に取り付けた場合にも適用できる。

【0054】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、被検体の断層面を指示部材によって指示し、その指示された断層面をリアルタイムに撮影する際に、前記指示部材の位置を検出する位置検出

50

手段の検出出力に基づいて撮影する断面位置を決定して撮影するようにしたため、被検体の断層面の位置や向きの指定を簡単に行うことができる。特に、前記指示部材によって指示された本来撮影されるべき断層面の位置と、実際に撮影されている断層面の位置とがずれている場合には、その位置ずれを補正できるようにしたため、指示部材によって指示した断層面を確実に撮影することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る磁気共鳴イメージング装置の実施の形態を示す全体構成を示す模式図

【図 2】 図 1 中のポインタの構造の詳細を説明するために用いた斜視図

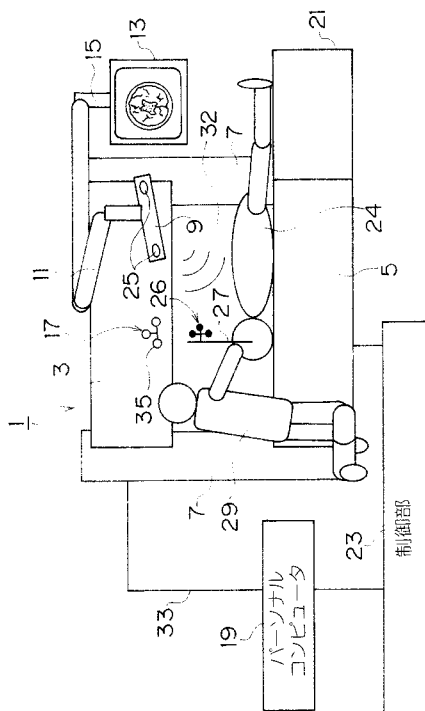
【図 3】 調整モード時に実際に撮影される断面位置を調整する方法の一例を説明するために用いた図

【図 4】 調整モード時に実際に撮影される断面位置を調整する方法の他の例を説明するために用いた図

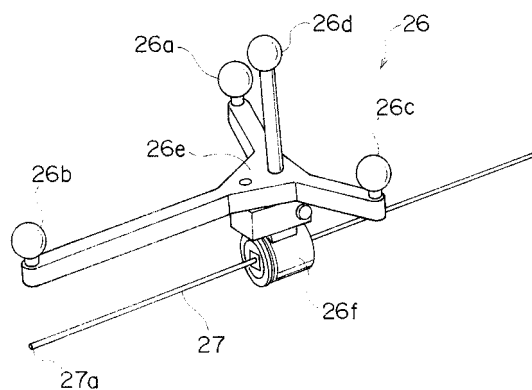
【符号の説明】

1…MRI装置、3…上部磁石、5…下部磁石、7…支柱、9…位置検出デバイス、13…モニター、19…パーソナルコンピュータ、23…制御部、24…被検体、25…赤外線カメラ、26…ポインタ、27…穿刺針

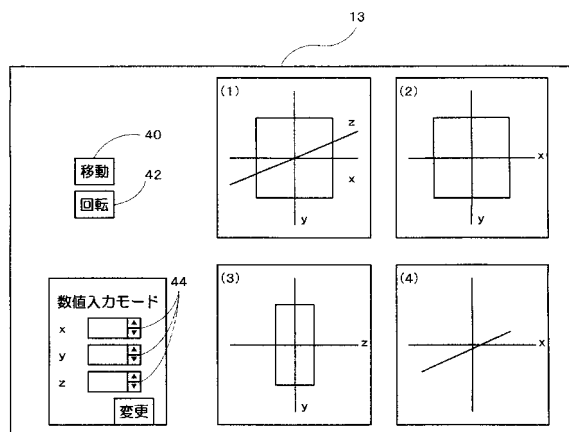
【図 1】



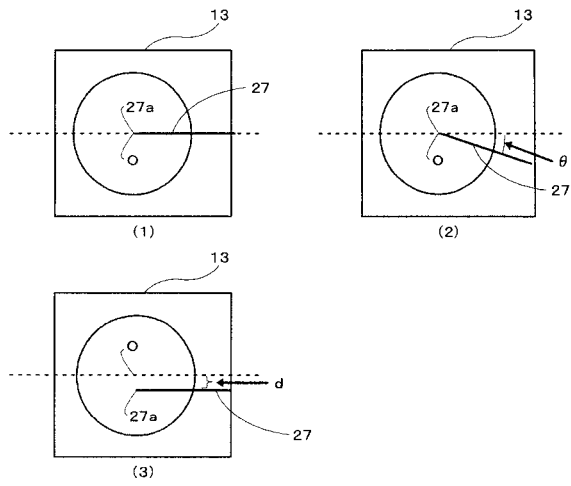
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 飯塚 千賀子
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 渡部 滋
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

- (56)参考文献 特開2002-058658 (JP, A)
特開2001-017408 (JP, A)
特開昭59-181138 (JP, A)
特開2003-010149 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 5/055