

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-518516

(P2014-518516A)

(43) 公表日 平成26年7月31日 (2014.7.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 6/03 (2006.01)</b>	A 6 1 B 6/03 3 7 7	4 C 0 9 3
<b>G 0 6 Q 50/24 (2012.01)</b>	G 0 6 Q 50/24 1 4 0	4 C 0 9 6
<b>A 6 1 B 5/055 (2006.01)</b>	A 6 1 B 6/03 3 6 0 P	
<b>A 6 1 B 19/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 6/03 3 6 0 Q	
	A 6 1 B 5/05 3 8 0	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 72 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2014-502678 (P2014-502678)	(71) 出願人	507213592
(86) (22) 出願日	平成24年3月27日 (2012.3.27)		ボストン サイエントフィック ニュー
(85) 翻訳文提出日	平成25年9月27日 (2013.9.27)		ロモデュレイション コーポレイション
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/030700		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 1
(87) 国際公開番号	W02012/135190		3 5 5 ヴァレンシア ライ キャニオン
(87) 国際公開日	平成24年10月4日 (2012.10.4)		ループ 2 5 1 5 5
(31) 優先権主張番号	61/468,884	(74) 代理人	100105957
(32) 優先日	平成23年3月29日 (2011.3.29)		弁理士 恩田 誠
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100068755
(31) 優先権主張番号	61/468,887		弁理士 恩田 博宣
(32) 優先日	平成23年3月29日 (2011.3.29)	(74) 代理人	100142907
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 本田 淳
(31) 優先権主張番号	61/468,891		
(32) 優先日	平成23年3月29日 (2011.3.29)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 アトラス位置合わせのためのシステムおよび方法

## (57) 【要約】

解剖学的に重要な領域を 1 つまたは複数の画像の領域に関連付けるためのシステムおよび方法は、異なる補正アルゴリズムに従って異なるモダリティの画像を自動的に修正すること、3次元空間内で平面を識別するためのユーザインタフェースを設けること、識別されたランドマークに従って解剖学的画像に適合するようアトラス構造をスケールリングすること、位置合わせアルゴリズムの組合せによってアトラスをこうした画像に位置合わせすること、および/または、特徴抽出アルゴリズムを使用してアトラスをこうした画像に位置合わせすることを含むことができる。

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ユーザインタフェースにおいて異なる撮像モダリティの画像を同時に表示するためのシステムであって、

コンピュータプロセッサを備え、前記コンピュータプロセッサは、単一トリガーに応答して、

第 1 のプロシージャに従って編集された第 1 の画像であって、第 1 の撮像モダリティによって取得された、第 1 の画像のバージョンを選択し、

前記第 1 のプロシージャと異なる第 2 のプロシージャに従って編集された第 2 の画像であって、第 2 の撮像モダリティによって取得された、第 2 の画像のバージョンを、選択し、

前記第 1 および第 2 の画像の前記選択されたバージョンを同時に表示するシステム。

**【請求項 2】**

前記トリガーは命令である請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 3】**

前記第 1 の画像はコンピュータ断層撮影画像、すなわち C T 画像および前記第 2 の画像は磁気共鳴画像、すなわち M R 画像である請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 4】**

前記第 1 のプロシージャは、その割当てられた値が画像飽和レベル未満であるピクセルに対応する撮像データを除去することを含み、

前記第 2 のプロシージャは、ヒストグラム等化を含む請求項 3 に記載のシステム。

**【請求項 5】**

前記第 1 の画像のバージョンを前記選択することは、前記撮像データを除去することを含み、前記第 2 の画像のバージョンを前記選択することは、前記ヒストグラム等化を適用することを含む請求項 4 に記載のシステム。

**【請求項 6】**

前記単一トリガーは、画像を表示するためのユーザ入力命令である請求項 5 に記載のシステム。

**【請求項 7】**

前記単一トリガーは、

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像の他のバージョンが表示される間に取得され、

前記第 1 および第 2 の画像の前記表示された他のバージョンを補正するためのユーザ入力命令である請求項 5 に記載のシステム。

**【請求項 8】**

前記第 1 および第 2 の画像の前記選択されたバージョンは、互いにオーバーレイして表示される請求項 7 に記載のシステム。

**【請求項 9】**

ユーザインタフェースにおいて異なる撮像モダリティの画像を同時に表示するためのコンピュータ実装式方法であって、

単一トリガーに応答して、

第 1 のプロシージャに従って編集された第 1 の画像であって、第 1 の撮像モダリティによって取得された、第 1 の画像のバージョンをコンピュータプロセッサによって選択すること、

前記第 1 のプロシージャと異なる第 2 のプロシージャに従って編集された第 2 の画像であって、第 2 の撮像モダリティによって取得された、第 2 の画像のバージョンを前記プロセッサによって選択すること、および、

前記第 1 および第 2 の画像の前記選択されたバージョンを、前記プロセッサによって同時に表示することを含む方法。

**【請求項 10】**

前記トリガーは命令である請求項 9 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 1】**

前記第 1 の画像はコンピュータ断層撮影画像、すなわち C T 画像および前記第 2 の画像は磁気共鳴画像、すなわち M R 画像である請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 1 2】**

前記第 1 のプロシージャは、その割当てられた値が画像飽和レベル未満であるピクセルに対応する撮像データを除去することを含み、

前記第 2 のプロシージャは、ヒストグラム等化を含む請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 3】**

前記第 1 の画像のバージョンを前記選択することは、前記撮像データを除去することを含み、前記第 2 の画像のバージョンを前記選択することは、前記ヒストグラム等化を適用することを含む請求項 1 2 に記載の方法。

10

**【請求項 1 4】**

前記単一トリガーは、画像を表示するためのユーザ入力命令である請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 1 5】**

前記単一トリガーは、

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像の他のバージョンが表示される間に取得され、

前記第 1 および第 2 の画像の前記表示された他のバージョンを補正するためのユーザ入力命令である請求項 1 3 に記載の方法。

**【請求項 1 6】**

20

前記第 1 および第 2 の画像の前記選択されたバージョンは、互いにオーバーレイして表示される請求項 1 5 に記載の方法。

**【請求項 1 7】**

プロセッサによって実行可能な命令であって、前記プロセッサによって実行されると、ユーザインタフェースにおいて異なる撮像モダリティの画像を同時に表示するための方法を前記プロセッサに実施させる、命令を内部に記憶している非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

単一トリガーに応答して、

第 1 のプロシージャに従って編集された第 1 の画像であって、第 1 の撮像モダリティによって取得された、第 1 の画像のバージョンを選択すること、

30

前記第 1 のプロシージャと異なる第 2 のプロシージャに従って編集された第 2 の画像であって、第 2 の撮像モダリティによって取得された、第 2 の画像のバージョンを選択すること、および、

前記第 1 および第 2 の画像の前記選択されたバージョンを同時に表示することを含む非一時的なコンピュータ可読媒体。

**【請求項 1 8】**

異なる撮像モダリティの画像を同時に表示するためのユーザインタフェースであって、

画像表示エリアであって、画像表示エリア内で、第 1 の撮像モダリティによって取得された第 1 の画像が表示され、かつ、第 2 の撮像モダリティによって取得された第 2 の画像が表示される、画像表示エリアと、

40

ユーザ選択可能画像補正コントロールとを備え、前記ユーザ選択可能画像補正コントロールの選択に応答して、コンピュータプロセッサは、第 1 のプロシージャに従って前記第 1 の画像を、また、前記第 1 のプロシージャと異なる第 2 のプロシージャに従って前記第 2 の画像を自動的に修正するユーザインタフェース。

**【請求項 1 9】**

解剖学的情報を画像データに関連付けるためのシステムであって、

コンピュータプロセッサを備え、前記コンピュータプロセッサは、

前記画像データによって形成された 3 次元空間内で解剖学的ランドマークの場所を取得し、

前記画像データに関連付けて識別された前記場所を記録するように構成されるシステ

50

ム。

【請求項 20】

前記場所は、前記場所を識別するユーザ入力によって取得され、前記解剖学的ランドマークは、予め規定された平面である請求項 19 に記載のシステム。

【請求項 21】

前記プロセッサは、前記識別された場所に基づいて解剖学的アトラスを前記画像データに整列させるように構成される請求項 20 に記載のシステム。

【請求項 22】

前記プロセッサは、前記画像データに示される解剖学的構造に対するよりよい適合のために前記解剖学的アトラスを修正するように構成される請求項 21 に記載のシステム。

10

【請求項 23】

前記解剖学的アトラスを異方的にスケールリングする方向は、前記識別された場所に基づいて決定される請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 24】

前記画像データは脳のものであり、前記平面は、中央サジタル平面、すなわち M S P である請求項 20 に記載のシステム。

【請求項 25】

前記画像データは、前記 3 次元空間の第 1 の 2 次元スライスのものである第 1 の画像、および、前記 3 次元空間の第 2 の 2 次元スライスのものである第 2 の画像を含み、前記第 2 の 2 次元スライスは前記第 1 の 2 次元スライスに直交し、

20

前記プロセッサは、前記第 1 の画像が表示される表示エリアにオーバーレイする前記 M S P の第 1 のグラフィカル描写、および、前記第 2 の画像が表示される表示エリアにオーバーレイする前記 M S P の第 2 のグラフィカル描写を表示するように構成され、

前記ユーザ入力は、

前記 M S P の前記第 1 のグラフィカル描写に対して前記第 1 の画像を回転させるための命令および前記 M S P の前記第 2 のグラフィカル描写に対して前記第 2 の画像を回転させるための命令、ならびに、

前記第 1 の画像に対して前記 M S P の前記第 1 のグラフィカル描写を回転させるための命令および前記第 2 の画像に対して前記 M S P の前記第 2 のグラフィカル描写を回転させるための命令

30

のうちの一方を含む請求項 24 に記載のシステム。

【請求項 26】

前記ユーザ入力は、前記 3 次元空間内の 3 点の選択を含み、前記 3 点のうちの少なくとも 2 点は異なる表示画像において選択される請求項 24 に記載のシステム。

【請求項 27】

前記異なる表示画像は、前記 3 次元空間の第 1 の 2 次元スライスのものである第 1 の画像、および、前記 3 次元空間の第 2 の 2 次元スライスのものである第 2 の画像を含み、前記第 2 の 2 次元スライスは前記第 1 の 2 次元スライスに直交し、前記第 1 および第 2 の画像は同時に表示される請求項 26 に記載のシステム。

【請求項 28】

40

前記少なくとも 2 つの点のうちの 1 点は、前記第 1 の 2 次元スライスに平行な第 3 の 2 次元スライスに対応する前記第 2 の画像の領域において選択される請求項 27 に記載のシステム。

【請求項 29】

前記異なる表示画像は、前記 3 次元空間の第 1 の 2 次元スライスのものである第 1 の画像、および、前記 3 次元空間の第 2 の 2 次元スライスのものである第 2 の画像を含み、前記第 2 の 2 次元スライスは前記第 1 の 2 次元スライスに平行である請求項 28 に記載のシステム。

【請求項 30】

前記 3 点のいずれも選択されない画像が表示される表示エリアは、前記 M S P に対応す

50

る異なる画像を表示するために、前記３点の選択に応答して更新される請求項２６に記載のシステム。

【請求項３１】

前記３次元空間の各領域における前記３点のうちの１点の選択に応答して、前記プロセッサは、前記３点のうちの前記１点が選択される前記各領域に関する前交連、すなわちＡＣの関連付けを記録する請求項２６に記載のシステム。

【請求項３２】

前記３次元空間の各領域における前記３点のうちの別の点の選択に応答して、前記プロセッサは、前記３点のうちの前記別の点を選択される前記各領域に関する後交連、すなわちＰＣの関連付けを記録する請求項３１に記載のシステム。

10

【請求項３３】

前記３次元空間の各領域における前記３点のうちの１点の選択に応答して、前記プロセッサは、前記３点のうちの前記１点を選択される前記各領域に関する後交連、すなわちＰＣの関連付けを記録する請求項２６に記載のシステム。

【請求項３４】

予め規定された解剖学的情報を画像データに関連付けるためのコンピュータ実装式ユーザインタフェース方法であって、

前記画像データによって形成される３次元空間内で解剖学的ランドマークの場所の識別情報を、コンピュータプロセッサによって取得すること、および、

前記識別された場所を前記画像データに関連付けて前記プロセッサによって記録することを含む方法。

20

【請求項３５】

前記場所は、ユーザ入力によって識別され、前記解剖学的ランドマークは、予め規定された平面である請求項３４に記載の方法。

【請求項３６】

前記識別された場所に基づいて解剖学的アトラスを前記画像データに整列させることをさらに含む請求項３５に記載の方法。

【請求項３７】

前記画像データに示される解剖学的構造に対するよりよい適合のために前記解剖学的アトラスを修正することをさらに含み、前記修正することは、前記識別された場所に基づく請求項３６に記載の方法。

30

【請求項３８】

前記解剖学的アトラスを異方的にスケーリングする方向は、前記識別された場所に基づいて決定される請求項３７に記載の方法。

【請求項３９】

前記画像データは脳のものであり、前記平面は、中央サジタル平面、すなわちＭＳＰである請求項３５に記載の方法。

【請求項４０】

前記画像データは、前記３次元空間の第１の２次元スライスのものである第１の画像、および、前記３次元空間の第２の２次元スライスのものである第２の画像を含み、前記第２の２次元スライスは前記第１の２次元スライスに直交し、

40

方法は、前記第１の画像が表示される表示エリアにオーバーレイする前記ＭＳＰの第１のグラフィカル描写、および、前記第２の画像が表示される表示エリアにオーバーレイする前記ＭＳＰの第２のグラフィカル描写を表示することをさらに含み、

前記ユーザ入力は、

前記ＭＳＰの前記第１のグラフィカル描写に対して前記第１の画像を回転させるための命令および前記ＭＳＰの前記第２のグラフィカル描写に対して前記第２の画像を回転させるための命令、ならびに、

前記第１の画像に対して前記ＭＳＰの前記第１のグラフィカル描写を回転させるための命令および前記第２の画像に対して前記ＭＳＰの前記第２のグラフィカル描写を回転さ

50

せるための命令

のうちの一方を含む請求項 39 に記載の方法。

【請求項 41】

前記ユーザ入力は、前記 3 次元空間内の 3 点の選択を含み、前記 3 点のうちの少なくとも 2 点は異なる表示画像において選択される請求項 39 に記載の方法。

【請求項 42】

前記異なる表示画像は、前記 3 次元空間の第 1 の 2 次元スライスのものである第 1 の画像、および、前記 3 次元空間の第 2 の 2 次元スライスのものである第 2 の画像を含み、前記第 2 の 2 次元スライスは前記第 1 の 2 次元スライスに直交し、前記第 1 および第 2 の画像は同時に表示される請求項 41 に記載の方法。

10

【請求項 43】

前記少なくとも 2 つの点のうちの 1 点は、前記第 1 の 2 次元スライスに平行な第 3 の 2 次元スライスに対応する前記第 2 の画像の領域において選択される請求項 42 に記載の方法。

【請求項 44】

前記異なる表示画像は、前記 3 次元空間の第 1 の 2 次元スライスのものである第 1 の画像、および、前記 3 次元空間の第 2 の 2 次元スライスのものである第 2 の画像を含み、前記第 2 の 2 次元スライスは前記第 1 の 2 次元スライスに平行である請求項 41 に記載の方法。

【請求項 45】

前記 3 点のいずれも選択されない画像が表示される表示エリアは、前記 M S P に対応する異なる画像を表示するために、前記 3 点の選択に応答して更新される請求項 41 に記載の方法。

20

【請求項 46】

前記 3 次元空間の各領域における前記 3 点のうちの 1 点の選択に応答して、前記プロセッサは、前記 3 点のうちの前記 1 点を選択される前記各領域に関する前交連、すなわち A C の関連付けを記録する請求項 41 に記載の方法。

【請求項 47】

前記 3 次元空間の各領域における前記 3 点のうちの別の点の選択に応答して、前記プロセッサは、前記 3 点のうちの前記別の点を選択される前記各領域に関する後交連、すなわち P C の関連付けを記録する請求項 46 に記載の方法。

30

【請求項 48】

前記 3 次元空間の各領域における前記 3 点のうちの 1 点の選択に応答して、前記プロセッサは、前記 3 点のうちの前記 1 点を選択される前記各領域に関する後交連、すなわち P C の関連付けを記録する請求項 41 に記載の方法。

【請求項 49】

プロセッサによって実行可能な命令であって、前記プロセッサによって実行されると、予め規定された解剖学的情報を画像データに関連付けるための方法を前記プロセッサに実施させる、命令を内部に記憶している非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

40

前記画像データによって形成される 3 次元空間内で解剖学的ランドマークの場所の識別情報を取得すること、および、

前記識別された場所を前記画像データに関連付けて記録することを含む非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 50】

解剖学的構造アトラスを、画像データに示される解剖学的領域に位置合わせするためのシステムであって、

コンピュータプロセッサを備え、前記コンピュータプロセッサは、  
ランドマーク識別データを取得し、

前記ランドマーク識別データに基づいて、解剖学的ランドマークに対応する前記画像

50

データの領域の場所を記録し、

前記解剖学的構造アトラスを前記画像データに整列させ、

前記識別された場所に応じて、前記解剖学的構造アトラスをスケーリングし、

前記解剖学的領域が属する対象に関連付けて前記スケーリングされた解剖学的構造アトラスを記録するように構成されるシステム。

【請求項 5 1】

記録された前記場所は、少なくとも 2 つの解剖学的ランドマークに対応する前記画像データの領域の場所を含む請求項 5 0 に記載のシステム。

【請求項 5 2】

前記ランドマーク識別データは、ユーザ入力によって取得される請求項 5 1 に記載のシステム。

【請求項 5 3】

前記整列させることは、前記解剖学的構造アトラスの中央交連点、すなわち M C P を、前記解剖学的領域において規定された M C P に対応する前記画像データの領域に整列させることを含む請求項 5 1 に記載のシステム。

【請求項 5 4】

前記スケーリングすることは、前記画像データの前記領域の前記記録された場所が対応する前記少なくとも 2 つの解剖学的ランドマークに対応する前記解剖学的アトラス構造の少なくとも 2 つの解剖学的ランドマークが、前記解剖学的領域の残りの部分に対する、前記解剖学的領域において規定された前記 M C P に対する前記画像データの前記領域の前記場所のオフセットに等しくなるよう、前記解剖学的構造アトラスの他の構造に対して、前記解剖学的構造アトラスの前記 M C P からオフセットするように前記解剖学的アトラス構造を修正することを含む請求項 5 3 に記載のシステム。

【請求項 5 5】

前記ランドマーク識別データは、前交連、すなわち A C 点および後交連、すなわち P C 点の識別情報を含み、

前記プロセッサは、前記 A C 点と前記 P C 点との間の点を前記解剖学的領域において規定された前記 M C P として選択するように構成され、前記整列させることは、前記選択に基づき、

前記スケーリングすることは、前記解剖学的領域において規定された前記 M C P と、前記識別された A C 点および P C 点との間の距離に基づく請求項 5 3 に記載のシステム。

【請求項 5 6】

前記解剖学的構造アトラスは、前記解剖学的構造アトラスの領域が前記 M C P から離れれば離れるほど、前記領域が、前記スケーリングすることによって少なく修正されるように、非線形にスケーリングされる請求項 5 3 に記載のシステム。

【請求項 5 7】

前記解剖学的構造アトラスは、異方的にスケーリングされる請求項 5 5 に記載のシステム。

【請求項 5 8】

前記解剖学的構造アトラスは、前記解剖学的構造アトラスの領域が前記 M C P から離れれば離れるほど、前記領域が、前記スケーリングすることによって少なく修正されるように、非線形にスケーリングされる請求項 5 1 に記載のシステム。

【請求項 5 9】

前記解剖学的構造アトラスは、異方的にスケーリングされる請求項 5 1 に記載のシステム。

【請求項 6 0】

前記解剖学的構造アトラスは、脳のものであり、前記スケーリングすることは、左方向および右方向ならびに上方向および下方向のそれぞれに、約 0.8、前記解剖学的構造アトラスがそれによって修正される量によって前記解剖学的構造アトラスを修正することを含む請求項 5 9 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

**【請求項 6 1】**

前記解剖学的構造アトラスは、脳のものであり、前記スケーリングすることは、左方向および右方向ならびに上方向および下方向のそれぞれに、0.8、前記解剖学的構造アトラスがそれによって修正される量プラス0.2によって前記解剖学的構造アトラスを修正することを含む請求項 5 9 に記載のシステム。

**【請求項 6 2】**

解剖学的構造アトラスを、画像データに示される解剖学的領域に位置合わせするためのコンピュータ実装式方法であって、

ランドマーク識別データをコンピュータプロセッサによって取得すること、

前記ランドマーク識別データに基づいて、解剖学的ランドマークに対応する前記画像データの領域の場所を、前記プロセッサによって記録すること、

前記解剖学的構造アトラスを前記画像データに、前記プロセッサによって整列させること、

前記識別された場所に応じて、前記解剖学的構造アトラスを、前記プロセッサによってスケーリングすること、および、

前記解剖学的領域が属する対象に関連付けて前記スケーリングされた解剖学的構造アトラスを、前記プロセッサによって記録することを含む方法。

**【請求項 6 3】**

前記記録された場所は、少なくとも2つの解剖学的ランドマークに対応する前記画像データの領域の場所を含む請求項 6 2 に記載の方法。

**【請求項 6 4】**

前記整列させることは、前記解剖学的構造アトラスの中央交連点、すなわちMCPを、前記解剖学的領域において規定されたMCPに対応する前記画像データの領域に整列させることを含む請求項 6 3 に記載の方法。

**【請求項 6 5】**

前記スケーリングすることは、前記画像データの前記領域の前記記録された場所に対応する前記少なくとも2つの解剖学的ランドマークに対応する前記解剖学的アトラス構造の少なくとも2つの解剖学的ランドマークが、前記解剖学的領域の残りの部分に対する、前記解剖学的領域において規定された前記MCPに対する前記画像データの前記領域の前記場所のオフセットに等しくなるよう、前記解剖学的構造アトラスの他の構造に対して、前記解剖学的構造アトラスの前記MCPからオフセットするように前記解剖学的アトラス構造を修正することを含む請求項 6 4 に記載の方法。

**【請求項 6 6】**

前記ランドマーク識別データは、前交連、すなわちAC点および後交連、すなわちPC点の識別情報を含み、

方法は、前記AC点と前記PC点との間の点を前記解剖学的領域において規定された前記MCPとして選択することをさらに含み、前記整列させることは、前記選択に基づいて実施され、

前記スケーリングすることは、前記解剖学的領域において規定された前記MCPと、前記識別されたAC点およびPC点との間の距離に基づく請求項 6 4 に記載の方法。

**【請求項 6 7】**

前記解剖学的構造アトラスは、前記解剖学的構造アトラスの領域が前記MCPから離れれば離れるほど、前記領域が、前記スケーリングすることによって少なく修正されるように、非線形にスケーリングされる請求項 6 6 に記載の方法。

**【請求項 6 8】**

前記解剖学的構造アトラスは、異方的にスケーリングされる請求項 6 6 に記載の方法。

**【請求項 6 9】**

前記解剖学的構造アトラスは、前記解剖学的構造アトラスの領域が前記MCPから離れれば離れるほど、前記領域が、前記スケーリングすることによって少なく修正されるように、非線形にスケーリングされる請求項 6 3 に記載の方法。



## 【請求項 7 0】

前記解剖学的構造アトラスは、異方的にスケーリングされる請求項 6 3 に記載の方法。

## 【請求項 7 1】

前記解剖学的構造アトラスは、脳のものであり、前記スケーリングすることは、左方向および右方向ならびに上方向および下方向のそれぞれに、約 0 . 8、前記解剖学的構造アトラスがそれによって修正される量によって前記解剖学的構造アトラスを修正することを含む請求項 7 0 に記載の方法。

## 【請求項 7 2】

前記解剖学的構造アトラスは、脳のものであり、前記スケーリングすることは、左方向および右方向ならびに上方向および下方向のそれぞれに、0 . 8、前記解剖学的構造アトラスがそれによって修正される量プラス 0 . 2 によって前記解剖学的構造アトラスを修正することを含む請求項 7 0 に記載の方法。

10

## 【請求項 7 3】

プロセッサによって実行可能な命令であって、前記プロセッサによって実行されると、解剖学的構造アトラスを画像データに示される解剖学的領域に位置合わせするための方法を前記プロセッサに実施させる、命令を内部に記憶している非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

ランドマーク識別データを取得すること、

前記ランドマーク識別データに基づいて、解剖学的ランドマークに対応する前記画像データの領域の場所を、前記プロセッサによって記録すること、

20

前記解剖学的構造アトラスを前記画像データに整列させること、

前記識別された場所に応じて、前記解剖学的構造アトラスをスケーリングすること、および、

前記解剖学的領域が属する対象に関連付けて前記スケーリングされた解剖学的構造アトラスを記録することを含む非一時的なコンピュータ可読媒体。

## 【請求項 7 4】

解剖学的構造アトラスを画像データに示される解剖学的領域に位置合わせするためのコンピュータ実装式方法であって、

前記解剖学的構造アトラスを前記画像データに、コンピュータプロセッサによって整列させること、および、

30

前記画像データによって示されるコンポーネントに適合するよう、前記整列された解剖学的構造アトラスを、前記プロセッサによって異方的にスケーリングすることを含むコンピュータ実装式方法。

## 【請求項 7 5】

前記スケーリングすることは、異方的スケーリングである請求項 7 4 に記載の方法。

## 【請求項 7 6】

前記プロセッサは、前記解剖学的構造アトラスが、異なる方向にそれによってスケーリングされる予め規定された相対的量をプログラムされる請求項 7 5 に記載の方法。

## 【請求項 7 7】

患者固有の解剖学的アトラスを生成するためにシステムであって、

40

コンピュータプロセッサを備え、前記コンピュータプロセッサは、

複数の解剖学的アトラスのそれぞれを患者画像データに位置合わせし、

前記複数の解剖学的アトラスに対応する画像データと前記患者画像データとの間の類似度を決定し、

前記決定された類似度に応じて、前記位置合わせされた解剖学的アトラスのうちの少なくとも 2 つの解剖学的アトラスを結合するように構成されるシステム。

## 【請求項 7 8】

前記複数の解剖学的アトラスは、患者母集団に対応する画像データ集合であり、アトラス構造は、前記画像データ集合において前もって規定されている請求項 7 7 に記載のシステム。

50

**【請求項 79】**

異なる重みは、前記少なくとも2つの解剖学的アトラスのうちの異なる1つの解剖学的アトラスに、前記少なくとも2つの解剖学的アトラスのうちの前記異なる1つの解剖学的アトラスと前記患者画像データとの間の異なる類似度の程度に対応して適用される請求項77に記載のシステム。

**【請求項 80】**

前記位置合わせは、剛体位置合わせを適用することを含む請求項77に記載のシステム。

**【請求項 81】**

前記位置合わせは、アフィン位置合わせを適用することをさらに含む請求項80に記載のシステム。

10

**【請求項 82】**

前記位置合わせは、Bスプライン位置合わせを適用することをさらに含む請求項81に記載のシステム。

**【請求項 83】**

前記アフィン位置合わせは、前記剛体位置合わせの適用に続いて適用される請求項82に記載のシステム。

**【請求項 84】**

前記位置合わせは、前記剛体位置合わせの前記適用の前に、前記画像データに関して頭骸骨削除を実施することをさらに含む請求項82に記載のシステム。

20

**【請求項 85】**

前記位置合わせは、前記剛体位置合わせの前記適用の前に、前記画像データに関して頭骸骨削除を実施することをさらに含む請求項80に記載のシステム。

**【請求項 86】**

患者固有の解剖学的アトラスを生成するためにコンピュータ実装式方法であって、複数の解剖学的アトラスのそれぞれを患者画像データに、コンピュータプロセッサによって位置合わせすること、

前記複数の解剖学的アトラスに対応する画像データと前記患者画像データとの間の類似度を、前記プロセッサによって決定すること、および、

前記決定された類似度に応じて、前記位置合わせされた解剖学的アトラスのうちの少なくとも2つの解剖学的アトラスを結合することを含む方法。

30

**【請求項 87】**

前記複数の解剖学的アトラスは、患者母集団に対応する画像データ集合であり、アトラス構造は、前記画像データ集合において前もって規定されている請求項86に記載の方法。

**【請求項 88】**

異なる重みは、前記少なくとも2つの解剖学的アトラスのうちの異なる1つの解剖学的アトラスに、前記少なくとも2つの解剖学的アトラスのうちの前記異なる1つの解剖学的アトラスと前記患者画像データとの間の異なる類似度の程度に対応して適用される請求項86に記載の方法。

40

**【請求項 89】**

前記位置合わせすることは、剛体位置合わせを適用することを含む請求項86に記載の方法。

**【請求項 90】**

前記位置合わせすることは、アフィン位置合わせを適用することをさらに含む請求項89に記載の方法。

**【請求項 91】**

前記位置合わせすることは、Bスプライン位置合わせを適用することをさらに含む請求項90に記載の方法。

**【請求項 92】**

50

前記アフィン位置合わせは、前記剛体位置合わせの適用に続いて適用される請求項 9 1 に記載の方法。

【請求項 9 3】

前記位置合わせすることは、前記剛体位置合わせの前記適用の前に、前記画像データに関して頭骸骨削除を実施することをさらに含む請求項 9 1 に記載の方法。

【請求項 9 4】

前記位置合わせすることは、前記剛体位置合わせの前記適用の前に、前記画像データに関して頭骸骨削除を実施することをさらに含む請求項 8 9 に記載の方法。

【請求項 9 5】

プロセッサによって実行可能な命令であって、前記プロセッサによって実行されると、患者固有の解剖学的アトラスを生成するための方法を前記プロセッサに実施させる、命令を内部に記憶している非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

複数の解剖学的アトラスのそれぞれを患者画像データに位置合わせすること、  
前記複数の解剖学的アトラスに対応する画像データと前記患者画像データとの間の類似度を決定すること、および、

前記決定された類似度に応じて、前記位置合わせされた解剖学的アトラスのうちの少なくとも 2 つの解剖学的アトラスを結合することを含む非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項 9 6】

患者固有の解剖学的アトラスを生成するためのコンピュータ実装式方法は、

剛体位置合わせ、アフィン位置合わせ、および B スプライン位置合わせの組合せを用いて、解剖学的アトラスを患者画像データに、コンピュータプロセッサによって位置合わせすることを含む方法。

【請求項 9 7】

前記剛体位置合わせは前記アフィン位置合わせに続いて行われ、前記アフィン位置合わせは前記 B スプライン位置合わせに続いて行われる請求項 9 6 に記載の方法。

【請求項 9 8】

前記剛体位置合わせの前に、前記画像データから頭骸骨データを削除することをさらに含む請求項 9 6 に記載の方法。

【請求項 9 9】

患者固有の解剖学的アトラスを生成するためのシステムであって、

コンピュータプロセッサを備え、前記コンピュータプロセッサは、

画像データにおいて複数の予め規定された特徴を識別し、

前記識別された複数の予め規定された特徴のそれぞれについて、解剖学的アトラスのそれぞれの対応する特徴を、前記それぞれの対応する特徴と前記識別された特徴との間の差に基づいて修正するように構成されるシステム。

【請求項 1 0 0】

前記プロセッサは、前記解剖学的アトラスの前記それぞれの対応する特徴を前記修正することに基づいて、前記識別された特徴のうちの任意の特徴に対応しない前記解剖学的アトラスの残りの領域を修正するように構成される請求項 9 9 に記載のシステム。

【請求項 1 0 1】

患者固有の解剖学的アトラスを生成するためのコンピュータ実装式方法であって、

画像データにおいて複数の予め規定された特徴を、コンピュータプロセッサによって識別すること、および、

前記識別された複数の予め規定された特徴のそれぞれについて、解剖学的アトラスのそれぞれの対応する特徴を、前記それぞれの対応する特徴と前記識別された特徴との間の差に基づいて、前記プロセッサによって修正することを含む方法。

【請求項 1 0 2】

前記解剖学的アトラスの前記それぞれの対応する特徴をワーブさせることに基づいて、前記識別された特徴のうちの任意の特徴に対応しない前記解剖学的アトラスの残りの領域を修正することをさらに含む請求項 1 0 1 に記載の方法。

## 【請求項 103】

プロセッサによって実行可能な命令であって、前記プロセッサによって実行されると、患者固有の解剖学的アトラスを生成するための方法を前記プロセッサに実施させる、命令を内部に記憶している非一時的なコンピュータ可読媒体であって、前記方法は、

画像データにおいて複数の予め規定された特徴を識別すること、および、

前記識別された複数の予め規定された特徴のそれぞれについて、解剖学的アトラスのそれぞれの対応する特徴を、前記それぞれの対応する特徴と前記識別された特徴との間の差に基づいて修正することを含む非一時的なコンピュータ可読媒体。

## 【請求項 104】

患者固有の解剖学的アトラスを生成するためのコンピュータ実装式方法であって、

画像データにおいて複数の予め規定された特徴を、コンピュータプロセッサによって識別すること、

前記識別された複数の予め規定された特徴のそれぞれについて、解剖学的アトラスのそれぞれの対応する特徴と前記識別された特徴との間の差を、前記プロセッサによって決定すること、

前記決定された差に基づいて、位置合わせ行列を、前記プロセッサによって生成すること、および、

前記位置合わせ行列に基づいて前記解剖学的アトラスを、前記プロセッサによって修正することを含む方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、刺激リード線を埋め込むための手術プランニング用の、刺激を印加する仕方によって決定するモデルを生成するための画像の位置合わせ用の、刺激設定のプログラミング用の、治療刺激の印加用の、および/またはこうした機能を提供するコンポーネントの統合用のシステムおよび方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

解剖学的領域の電気刺激、たとえば、視床または基底核などの深部脳刺激 (DBS) は、本態性振戦、パーキンソン病 (PD)、および他の生理的機能障害などの機能障害の処置のための臨床技法である。DBS はまた、外傷性脳損傷および脳卒中に有用である場合がある。パイロット調査はまた、ジストニア、てんかん、および強迫性障害を処置することについての DBS の有用性を調べ始めた。

## 【0003】

DBS などの刺激プロシージャは、通常、コンピュータ断層撮影 (CT) スキャナデバイス、磁気共鳴撮像 (MRI) デバイス、または任意の他の撮像モダリティを使用することなどによって、たとえば患者の脳の術前画像を最初に得る。これは、患者の頭骸骨に、撮像モダリティによって生成される画像上で目に見える球状または他のフィデューシャルマーカを最初に固着することを含むことがある。フィデューシャルマーカは、後の手術プロシージャ中に手術室で患者の実際の身体的位置に術前画像を位置合わせするのに役立つ。

## 【0004】

術前画像は、撮像モダリティによって取得された後、次に、画像誘導式手術 (IGS) ワークステーションにロードされ、IGS ワークステーション上に表示される術前画像を使用して、脳神経外科医は、たとえば脳内のターゲット領域、たとえば患者の頭骸骨上の入口点、および入口点とターゲット領域との間の所望の軌道を選択できる。入口点および軌道は、通常、たとえば脳の近傍の重要なある構造または脈管構造を横切るかまたはその他の方法で損傷することを回避するために注意深く選択される。

## 【0005】

手術室において、医師は、患者の頭骸骨上に入口点をマーク付けし、その場所に穿頭孔

10

20

30

40

50

を穿孔し、穿頭孔の周りに軌道ガイドデバイスを固着する。軌道ガイドデバイスは、ターゲット領域までの所望の軌道を得ることを狙われうるボアを含む。狙った後、軌道ガイドは、ターゲット領域に向かう狙った軌道を維持するためにロックされる。狙った軌道が、軌道ガイドを使用するときにロックされた後、マイクロドライブ導入器が使用されて、たとえば脳のターゲット領域に向かう軌道に沿って手術器具が挿入される。手術器具は、とりわけ、たとえば脳の内因性電気信号を記録するための記録用電極リード線、たとえば脳のターゲット領域に電気エネルギーを提供するための刺激電極リード線、あるいは、たとえば脳のターゲット領域に向かって1次器具を操向するための関連する補助ガイドワイヤまたはガイドカテーテルを含むことができる。

【0006】

10

複数の密接に間隔をあけられた電氣的に独立した刺激電極接点を通常含む刺激電極リード線は、次に、たとえば脳のターゲット領域に治療刺激を送出するために導入される。刺激電極リード線は、DBS治療がその後実施されるために、たとえば患者の頭骸骨の穿頭孔に位置付けられる器具不動化デバイスを使用することなどによって不動化される。

【0007】

システムおよび方法は、たとえば、それぞれの内容が、参照によりその全体を本明細書に組込まれる、2009年5月15日に出願された特許文献1（「'330号出願」）、2009年5月15日に出願された特許文献2（「'312号出願」）、2009年5月15日に出願された特許文献3（「'340号出願」）、2009年5月15日に出願された特許文献4（「'343号出願」）、および2009年5月15日に出願された特許文献5（「'314号出願」）に記載されるように、刺激ボリュームを推定し、推定された刺激ボリュームをそれによってグラフィカルに識別するための、患者解剖学的構造および/または刺激リード線、および、患者解剖学的構造の種々の領域と刺激ボリュームがどのように相互作用するかのモデルを表示することができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許出願第12/454,330号明細書

【特許文献2】米国特許出願第12/454,312号明細書

【特許文献3】米国特許出願第12/454,340号明細書

30

【特許文献4】米国特許出願第12/454,343号明細書

【特許文献5】米国特許出願第12/454,314号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

視床下核(subthalamic nucleus)(STN)は、DBS技術について最も一般的なターゲットを示す。PDのための臨床的に有効なSTN DBSは、通常、前背側のSTN内で電極接点を使用してきた。しかし、STN DBSは、強直性筋収縮、言語障害、および眼球偏位などの望ましくないある副作用について低い閾値を示す。高い異方性を持つ繊維トラックがSTNの周りに位置する。こうした神経トラックは、特定の方向に高い電気伝導性を示す。これらのトラックの活性化が、DBS副作用の多くに結び付けられてきた。しかし、DBSに対する神経応答についての制限された理解が存在する。DBS電極の近くの3次元(3D)組織媒体は、通常、不均質特性と異方特性の両方を含む。こうした複雑さは、DBSによって影響を受ける組織の特定のボリュームを予測することを難しくする。

40

【0010】

刺激電極リード線の不動化後に、実際の刺激治療は、約2週間から1カ月の期間が経過するまで始動されないことが多い。これは、主に、導入される電極リード線に対する脳組織の短期的な反応(たとえば、隣接する瘢痕組織の形成)および患者の疾病症状の安定化による。そのときに、刺激電極接点の特定の1つまたは複数、治療刺激を送出するため

50

に選択され、他の刺激パラメータが、許容可能なレベルの治療利益を達成するために調整される。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の例示的な実施形態は、手術プランニング、画像およびアトラス位置合わせ、および刺激プログラミングをそれによって実施するための各ユーザインタフェースを提供するモジュールを含むシステムを提供する。ユーザインタフェースは、表示デバイスに表示されるグラフィカルユーザインタフェース（GUI）とすることができる。表示デバイスは、任意の適宜に適切な表示デバイスとすることができる。

【0012】

本発明の実施形態は、患者解剖学的構造、刺激リード線、推定される刺激ボリューム、および刺激ボリュームと患者解剖学的構造との相互作用の正確なモデリングのために使用される画像位置合わせを容易にする。

【0013】

種々のシステム、システムコンポーネント、および/またはプログラムモジュールは、治療刺激を提供することに関連するかまたは治療刺激を提供するために使用可能な出力を提供する種々のタスクを実施するために使用することができる。本発明の実施形態は、種々のシステム間、種々のシステムコンポーネント間、および/または種々のプログラムモジュール間の通信を可能にする。

【0014】

本発明の例示的な実施形態は、刺激すべきターゲットエリア、ターゲット刺激パラメータ、および/またはターゲット刺激ハードウェアをそれによって選択するための方法を提供する。

【0015】

本発明の例示的な実施形態は、推定された活性化ボリューム（volume of activation）（VOA）を短い処理時間内にそれによって出力する方法を提供する。

【0016】

本明細書で述べる種々の方法は、それぞれ単独でまたは種々の組合せで実施することができる。

本発明の例示的な実施形態は、本明細書で述べる方法の任意の方法を、単独でまたは組合せて実施するために、たとえば任意の従来のメモリデバイスを含むハードウェアコンピュータ可読媒体上に設けられるコードを実行するための、任意の従来の処理回路およびデバイスまたはそれらの組合せを使用して実装することができるプロセッサ、たとえばパーソナルコンピュータ（PC）の中央処理ユニット（CPU）または他のワークステーションプロセッサを対象とする。メモリデバイスは、任意の従来の永久的および/または一時的なメモリデバイスまたはそれらの組合せを含むことができ、それらの非網羅的リストは、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読出し専用メモリ（ROM）、コンパクトディスク（CD）、デジタル多用途ディスク（DVD）、および磁気テープを含む。

【0017】

本発明の例示的な実施形態は、たとえば、本明細書で述べる方法を実施するプロセッサによって実行可能な命令を内部に記憶している、上述した、ハードウェアコンピュータ可読媒体を対象とする。

【0018】

本発明の例示的な実施形態は、たとえば、本明細書で述べる方法を実施するプロセッサによって実行可能な命令を送信する、ハードウェアコンポーネントまたは機械の方法を対象とする。

【0019】

一定比例尺に従って必ずしも描かれていない図面では、同じ数値は、異なる図において同様のコンポーネントを述べることができる。図面は、一般に、本文書で論じる種々の実

10

20

30

40

50

施形態を、制限としてではなく、例として示す。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の例示的な実施形態による、ピボットおよびステムツールを示すスクリーンショットである。

【図2】本発明の例示的な実施形態による、直交する画像スライス間の断面関係を示すためのマーカを示すスクリーンショットである。

【図3】本発明の例示的な実施形態による、画像の所定の領域を示すためのフラッシュライトツールを示すスクリーンショットである。

【図4】本発明の例示的な実施形態による、前交連 (anterior commissure) (AC) および後交連 (PC) をそれによってマーク付けするユーザインタフェースのスクリーンショットである。

【図5】本発明の例示的な実施形態による、拡大ツールを示すスクリーンショットである。

【図6】本発明の例示的な実施形態による、MR画像の自動補正のためのステップを示すフローチャートである。

【図7】本発明の例示的な実施形態による、MR画像を補正するための自動補正法においてヒストグラムがどのように調整されることができるかを示す図である。

【図8】本発明の例示的な実施形態による、CT画像の自動補正のためのステップを示すフローチャートである。

【図9】本発明の例示的な実施形態による、中央サジタル平面 (mid-sagittal plane) (MSP) をそれによって識別するためのユーザインタフェースを示すスクリーンショットである。

【図10】点の線が、異なる角度のついた平面内にどのように入るかを示す図である。

【図11】本発明の例示的な実施形態による、画像データに適合するようにアトラスをスケーリングし整列させるためのステップを示すフローチャートである。

【図12】本発明の例示的な実施形態による、異方性アトラススケーリングのための相対的なスケーリング量を示す図である。

【図13】本発明の例示的な実施形態による、目下の患者画像に対して患者母集団画像アトラスを位置合わせするためのステップを示すフローチャートである。

【図14】本発明の例示的な実施形態による、患者固有のアトラスを得るための方法を示すフローチャートである。

【図15】本発明の例示的な実施形態による、リード線の断面に対応する特徴を含むアキシシャルCTスライスを示す一連の画像である。

【図16】本発明の例示的な実施形態による、リード線の断面に対応する特徴を含むサジタルCTスライスを示す一連の画像である。

【図17】本発明の例示的な実施形態による、リード線の軌道を画定するアークおよびリングを含むヘッドフレームを示す図である。

【図18】本発明の例示的な実施形態による、リード線内で複数の方向性電極によって形成される特徴を含む代表的なCTスライスを示す。

【図19】本発明の例示的な実施形態による、図18のリード線内で非電極によって形成される特徴を含む代表的なCTスライスを示す。

【図20】本発明の例示的な実施形態による、図18および図19の代表的なスライスを組合せることによって形成される複合画像である。

【図21】本発明の例示的な実施形態による、リード線のプロファイル図である。

【図22】本発明の例示的な実施形態による、システムのブロック図である。

【図23】本発明の例示的な実施形態による、ターゲットの活性化ボリュームに対して位置決めされた単一リード線を示す図である。

【図24】本発明の例示的な実施形態による、ターゲットの活性化ボリュームに対して位置決めされたリード線の対を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2 5】本発明の例示的な実施形態によって表示される最大の活性化ボリュームの画像である。

【図 2 6】本発明の例示的な実施形態による、患者位置決めシステムのブロック図である。

【図 2 7】本発明の例示的な実施形態による、フラッシュライト領域の解剖学的に重要な部分の強調操作を示すスクリーンショットである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

(ピボットおよびシステム変換ツールを使用して画像を融合し、3つ全ての平面からライブの更新を見る)

10

患者解剖学的構造の種々の関連する特徴または患者解剖学的構造に対して位置決めされた特徴を、システムメモリ内で互いに対して正しく位置決めすることが、有利であるかまたは必要である場合がある。こうした相対的な位置決めは、たとえば、それに基づいて臨床医が刺激設定をプログラムする方法を決定することができる、こうした特徴のグラフィカルな表示を正しく出力するために、および/または、システムが、推定されたVOAおよび/またはターゲットVOAを使用するための刺激設定を的確に決定するために有用である場合がある。こうした特徴の異なる部分集合は、たとえば異なる撮像モダリティのものであるとすることができる異なる患者画像において識別可能である場合がある。たとえば、ある特徴は、磁気共鳴(MR)画像において容易に識別可能である場合があり、一方、他の特徴は、CT画像においてより容易に識別可能である場合がある。たとえば、ある解剖学的構造は、CT画像よりMR画像においてより容易に識別可能である場合があり、一方、その逆は、埋め込み式リード線について当てはまる場合がある。したがって、種々の特徴を互いに対して正しく位置決めするために、たとえば異なる撮像モダリティの2つ以上の画像を互いに正しく位置合わせすることが必要とされる場合がある。

20

【0022】

たとえばMR、CT、DTI、PET、X線透視撮影など、たとえば2つの(またはそれ以上の)異なるモダリティの医療画像、2つの異なるMRタイプ(T1 MRおよびT2 MR)の医療画像、あるいは、異なる時間に撮影した同じモダリティの2つの異なる画像などは、互いにオーバーレイしながら表示することができる。例示的な実施形態では、ユーザ相互作用的な摺動スケールを設けることができ、コントロールは、スライドバーの第1の縁部と第2の縁部との間でシフトすることができ、第1の縁部は画像の一方に対応し、第2の縁部は他の画像に対応する。ユーザが第1の縁部に向けてコントロールを近くにシフトさせればさせるほど、第1の画像がより多く融合表示内に示され、第2の画像がより少なく融合表示内に示される。ユーザが第2の縁部に向けてコントロールを近くにシフトさせればさせるほど、第2の画像がより多く融合表示内に示され、第1の画像がより少なく融合表示内に示される。たとえば、左縁部ではMRだけが示され、右縁部ではCTだけが示され、中心点では両方の画像が同程度に示されることになる。

30

【0023】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、複数の画像ブロックを含むチェッカーボードパターンで2つの画像を提示するための選択可能なオプションを提供することができ、複数の画像ブロックの隣接する画像ブロックの各対について、第1の画像の部分は、その対のブロックの一方に示され、第2の画像の部分は、その対のブロックの他方に示され、それはまるで、1つのブロックに表示される第1の画像の部分が、その対のブロックの他方に表示される第2の画像の部分に隣接する第2の画像の部分であって、普通なら表示されることになる、隣接する第2の画像の部分の観察を妨げるようなものである。

40

【0024】

例示的な実施形態では、ユーザインタフェースピボットおよびシステムツールは、ユーザが、互いに対する画像の整列をそれによって変更することができる相互作用によって提供することができる。

【0025】

50



スクリーンは、図 1 に示すように、それぞれ、アキシャルビュー、コロナルビュー、およびサジタルビューにおいてオーバレイされた画像を示すために 3 ペインに分割することができる。代替の例示的な実施形態では、スクリーンは、さらなるビューを示すためにさらなるペインに分割することができる。図 1 は、アキシャルペイン 102、コロナルペイン 104、およびサジタルペイン 106 を含むユーザインタフェースの例示的なスクリーンショット 100 を示す。本発明の例示的な実施形態では、ペインのうちの 1 つのペインにおいて、オーバレイされた画像の互いに対する位置合わせを修正するためのツールとユーザが相互作用するとき、システムは、他の 2 つのペインのそれぞれに、たとえば線の形態で断面インジケータを表示する。その断面インジケータの場所における断面が、ユーザが位置合わせを修正しているアクティブなペインの画像である。たとえば、ユーザは、アキシャル画像の位置合わせを修正する場合があり、アキシャル画像は、他の 2 つのペインのコロナル画像およびサジタル画像の特定の点の断面ビューに対応する。断面インジケータによって伝達されるこうした情報は、ユーザがアクティブなペインにおいてそれに対してナビゲートしているスライスの周囲に関する視覚情報をユーザに提供することによって、アクティブなペインで観察されているものを識別するのにユーザにとって有用である。図 2 は、コロナルペイン 104 がアクティブであり、断面インジケータ 202 および 204 が、それぞれアキシャルペイン 102 およびサジタルペイン 106 に表示される例示的なスクリーンショット 200 を示す。

10

#### 【0026】

代替の例示的な実施形態では、アクティブなペインにおける表示に対する対応を示す非アクティブなペイン内の線は、アクティブなペインにおいて観察される画像スライスを変更するためのユーザインタフェースコントロールとの相互作用に応答して表示することができ、コントロールの解除に応答して除去される。たとえば、図 2 は、異なるアキシャルスライス間をナビゲートするためのアキシャル画像スライスナビゲータスライダコントロール 206、異なるコロナルスライス間をナビゲートするためのコロナル画像スライスナビゲータスライダコントロール 208、および異なるサジタルスライス間をナビゲートするためのサジタル画像スライスナビゲータスライダコントロール 210 を示す。ユーザは、スライダコントロール 206、208、210 の 1 つを選択し、各ビューにおいて観察される画像スライスを変更するために各コントロールを摺動させることができる。代替的に、ユーザは、スライダコントロールがそれに沿って摺動可能であるバーの遠方縁部に位置するコントロールボタン（たとえば、左を指す矢印および右を指す矢印）を選択することができ、その選択に応答して、システムは、ユーザがコントロールボタンを解除するまで、選択されたコントロールボタンに向かってスライダコントロールを相応して連続して摺動させることができる。

20

30

#### 【0027】

表示される各画像スライスについて、システムは、たとえば、図 2 に示すように、スライダコントロールが摺動可能であるスライダバーのすぐ上に、表示される画像が対応する解剖学的部分が、所定の原点座標からどれほどのところにあるかという距離を、各ペインにおいて識別することができる。たとえば、脳の中心を近似する点を、原点としてシステムが使用することができる。それぞれのアクティブなペインにおいて観察されるスライスを変更するようスライダコントロールの 1 つをユーザが操作するとき、システムは、新しく表示される画像スライスに対応する解剖学的領域の原点からの距離を反映するために、アクティブなペインの距離識別子 215 を更新することができる。たとえば、ユーザが、サジタルペインのスライダコントロール 208 を右に摺動させる場合、システムは、正数のミリメートルを示すようサジタルペインの距離識別子 215 を修正することができ、ユーザが、サジタルペインのスライダコントロール 208 を左に摺動させる場合、システムは、負数のミリメートルを示すようサジタルペインの距離識別子 215 を修正することができる。したがって、システムは、ペインのうちのそれぞれ 1 つにおいてスライダコントロール 206、208、210 の任意の 1 つを選択すると、残りのペインにおいて断面インジケータを表示することができ、選択されたスライダコントロールを解除すると、残り

40

50

のペインから断面インジケータを除去することができる。

【0028】

ユーザは、3つのペイン102、104、106の任意のペインにおいて位置合わせ修正を実施することができる。実際には、ユーザは、位置合わせ修正を実施するために、3つのペインの全ての間で切換えることができる。

【0029】

画像位置合わせを修正するためにユーザが使用することができるツールの1つは、ペイン102、104、106のそれぞれに表示することができるピボットおよびステムツール110である。たとえば、システムは、ツールバー内に表示することができる、「x f o r m」グラフィカルボタン115として図1に示す、ツールバー内のボタンなどのグラフィカル入力オブジェクトの選択にตอบสนองして、ピボットおよびステムツール110を表示することができる。ピボットおよびステムツール110は、位置合わせされる2つの画像の一方にシステムによって関連付けられるステムを含むことができる。たとえば、図1は、オーバーレイされたCT画像とMR画像を示す。ステムは、CT画像またはMR画像に関連付けることができる。例示的な実施形態では、システムは、ステムが関連付けられる2つの画像のいずれかを選択するユーザ入力を受信するように構成することができる。ステムは、関連付けられる画像の中心および/またはその画像内の重要なオブジェクトの中心から延在することができる。たとえば、ユーザは、ステムの第1のステム縁部を、オブジェクトの中心であるとしてユーザが知覚する画像内の点に設置することができる。代替的に、システムは、自動的に、重要なオブジェクトを検出し、検出された重要なオブジェクトの中心に第1のステム縁部を設置することができる。たとえば、画像は、患者の脳のCTとすることができ、そのCTにおいて、頭骸骨と同程度に密なまたはそれより密な物質に対応する画像のエリアが飽和する、すなわち、使用されるピクセル値の上限が全てのこうした物質について使用される。システムは、こうした値が、画像内のどこに存在するかを検出し、形成される構造を、頭骸骨のテンプレートに最もよく対応する構造と照合することができる。それにより、その中心にステムの第1の縁部を設定すべき重要なオブジェクトとしてこうした構造を設定する。代替的に、システムは、自動的に、画像の中心にステム縁部を設置することができる。ステムは、中心の第1の縁部から第2のステム縁部に向かって延在することができる。

【0030】

例示的な実施形態では、ユーザは、その中心に関連付けられた第1の縁部を選択し、それをドラッグすることができ、それにตอบสนองして、システムは、下にある画像に対して、関連付けられた画像を並進的にシフトする。たとえば、ユーザは、コンピュータマウスなどの任意の適宜に適切な入力デバイスを使用して第1の縁部にポインタを移動させ、たとえばクリックによってまたはキーボードなどによる異なる入力によって第1の縁部を選択し、たとえば、コンピュータマウスまたは別の入力デバイスを相応してドラッグすることによって第1の縁部をドラッグすることができる。たとえば、タッチスクリーン機能が設けられる場合、スタイラスまたはさらにフィンガーを、代わりに使用することができる。ポイント-クリック-ドラッグ操作のために有用な任意の適宜に適切な入力デバイスまたはその組合せを使用することができる。

【0031】

代替の例示的な実施形態では、第1の縁部をシフトすることにตอบสนองして、ピボットおよびステムツールとの相互作用によって回転する画像に対して、回転中心（以下で述べる）がシフトする場合がある。この実施形態によれば、システムは、表示される画像の任意の点のユーザ選択（たとえば、ピボットおよびステムツールの相互作用要素以外）によって、画像のうちの1つの画像を他の画像に対してシフトすることを実現することができる。たとえば、システムは、画像のうちの1つの画像にその選択を関連付け、画像が選択される間のドラッグにตอบสนองして、システムは、関連付けられた画像を他の画像に対してシフトすることができる。

【0032】

ユーザはまた、第2の縁部を選択し、第2の縁部を、ステムの右または左にドラッグすることができ、それに応答して、システムは、関連付けられた画像を、下にある画像に対して回転させることができる。たとえば、ユーザが第2のステム縁部を右にドラッグする場合、システムは、関連付けられた画像を時計方向に回転することができ、一方、ユーザが第2のステム縁部を左にドラッグする場合、システムは、関連付けられた画像を反時計方向に回転させることができる。図2は、アキシャルペイン102におけるステムコントロール110の時計方向シフトまたはステムコントロール110の右へのシフト後のアキシャルペイン102におけるステムコントロール110を示し、また相応して、アキシャルペイン102におけるCT画像に対するMR画像の時計方向回転を示す。ペインのうちの1つのペインにおける画像のうちの1つの画像の他の画像に対する回転および/または並進シフトに応答して、他のペイン内の画像を、相応して変更することができることが留意される。

10

20

30

40

50

#### 【0033】

ユーザはまた、第2の縁部を選択し、第1の縁部に向かって内側にまたは第1の縁部からさらに離れて外側に、ステムと一直線になるよう第2の縁部をドラッグすることができ、それに応答して、システムは、相応して、ステムを短縮または伸張することができる。ステムの長さは、第2の縁部の右または左への後続のドラッグ操作に応答して、関連付けられた画像の回転シフトに影響を及ぼす場合がある。たとえば、ステムが長くなれば長くなるほど、左または右へのドラッグに応答する画像の回転シフトが小さくなる。その理由は、回転中心から離れれば離れるほど、特定の角度変化についてカバーされなければならない距離が大きくなるからである。したがって、ユーザは、精密な回転シフトの場合、長いステムを用いて、迅速な回転シフトの場合、短いステムを用いて作業したいと思う場合がある。

#### 【0034】

システムが関連付けられる画像は下にある画像とすることができ、静止画像は上にある画像とすることができ、またはその逆もまた同じであることに留意される。

(位置合わせ中のオーバレイビューモードのためのオーバレイコントロール)

先に述べたように、DTI、PET、X線透視撮影、2つの異なるMRタイプ(T1 MRおよびT2 MR)などは、同時位置合わせすることができ、本発明の例示的な実施形態では、システムは、ペイン102、104、106のそれぞれの画像の上に、図3のスクリーンショット300に示すフラッシュライトバー315を表示することができる。ペイン102、104、106のそれぞれの、それぞれの1つのペインに関して、画像のうちの第1の画像を、バー315から下に延在する、たとえば、バー315の全長またはほぼ全長に沿うセクションを除いて、観察用ペインに表示することができ、そのセクションには、画像のうちの第2の画像が表示される。したがって、バー315は、第2の画像を照らすためのフラッシュライトとして機能することができ、第2の画像がバー315の下で視野に入ることを可能にする。バー315は、ペインの上部にあり、かつ、下を照らすものとして述べられるが、バー315は、同様に、代わりにペインの下部に位置決めされ、上を照らすことができる、または、ペインの右側および左側の一方に位置決めされ、対向する側に向かって照らすことができる。

#### 【0035】

ユーザは、バー315を選択し、たとえば、ポイント-クリック-ドラッグ機能を提供する任意の適宜に適切な入力デバイスを使用してバー315をドラッグすることができ、こうしたユーザ入力に応答して、システムは、バー315を相応してシフトすることができる。たとえば、バー315がペインの上部に位置決めされる場合、システムは、バー315を右または左にシフトすることができる。画像は、互いに対するその位置に関して静止したままであることができ、画像の全体に対応するエリアは、バー315がシフトする間、表示ペインに対して固定されたままであることができる。しかし、各領域を視野に入れるためにバー315が照らす第2の画像の領域は、バーのシフト操作に応答して相応してシフトすることができる。たとえば、バー315がペインの中心位置にある間、ペイ

ンの中心にある第２の画像の領域が視野に入ることができ、バー３１５が右にシフトされると、中心領域（または、中心領域の一部分）は、視野から外れ、一方、以前は視野になかった右の領域が、相応して視野に入る。各ペイン内のバー３１５は、独立に操作されることができる。

【００３６】

たとえば、図３では、ペイン１０２、１０４、１０６のバー３１５に対応する領域に表示される画像部分は、ＣＴ画像のものであり、一方、ペインの残りの画像領域は、ＭＲ画像の部分を示す。

【００３７】

バーはまた、バーの各縁部にバーサイズ操作コントロール３２０を含むことができ、ユーザは、そのバーサイズ操作コントロール３２０を、たとえばポイント・クリック・ドラッグ機能を提供する任意の適宜に適切な入力デバイス（または任意の他の適宜の入力デバイス）を使用して選択しドラッグして、各バー３１５、および、示される第２の画像の対応する領域を伸張または短縮することができる。たとえば、バー３１５がペインの上部に設置される場合、右縁部のバーサイズ操作コントロール３２０が、選択され、バー３１５を伸張するために右に、または、バー３１５を短縮するために左にドラッグされることができ、左縁部のバーサイズ操作コントロール３２０が、選択され、バー３１５を短縮するために右に、または、バー３１５を伸張するために左にドラッグされることができる。

【００３８】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、重要な解剖学的領域として予め規定されたフラッシュライトバー３１５に対応する表示のセクション内の領域をハイライトすることができる。たとえば、図２７は、ＣＴ画像の頭骸骨線がハイライトされ、それにより、２つの画像がどれほどうまく整列したかをユーザが判定する、ハイライト領域２７００を示す。

【００３９】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、ツールバー内に表示することができる、「オーバレイ（overlay）」グラフィカルボタン３３０として図３に示す、ツールバー内のボタンなどのグラフィカル入力オブジェクトの選択に応答して、バー３１５および関連付けられたバーサイズ操作コントロール３２０および関連付けられた画像のビューを表示することができる。

【００４０】

例示的な実施形態では、バー３１５ならびに関連付けられたコントロール３２０および画像ビューを、ピボットおよびステムコントロール１１０と組合せて提供することができる。たとえば、「オーバレイ（overlay）」ボタン３３０の選択に応答して入ったオーバレイモード内にいる間に、ユーザが「xform」ボタン１１５を選択する場合、ピボットおよびステムコントロール１１０は、オーバレイモードで表示され、操作されることができる。

（ドラッグおよびドロップマーカ設置（placement））

本発明の例示的な実施形態では、医療画像に示される解剖学的構造に関する構造情報を記録するように構成することができる。システムは、その後、医療画像に対して解剖学的に関連する他のオブジェクトを位置合わせするために、画像に関する記録された解剖学的構造情報を使用することができる。たとえば、ＤＴＩアトラスのような解剖学的アトラスまたは他のボリュームあるいは患者母集団から得られた他の医療画像は、記録された解剖学的構造情報に従って患者の医療画像に位置合わせすることができる。

【００４１】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、ユーザインタフェースを提供することができ、そのユーザインタフェースによって、ユーザは、解剖学的に関連する他のオブジェクトに対して後の位置合わせを実施するために、システムが使用可能な解剖学的ランドマークを識別する入力を提供することができる。たとえば、解剖学的に関連する他のオブジェクトは、以下でさらに詳細に述べるように、解剖学的構造であって、その対応する

ランドマークが、ユーザによって識別されるランドマークの位置決めに対応するように位置決めされる、解剖学的構造を示すようにワープされることができる。

【0042】

本発明の例示的な実施形態では、マーカは、こうした予め規定されたランドマークにシステムによって関連付けられることができる。たとえば、マーカは、前交連（AC）にシステムによって関連付けられることができ、別のマーカは、後交連（PC）にシステムによって関連付けられることができる。以下の論議はACおよびPCを参照するが、述べる特徴は、他の予め規定された、たとえば、解剖学的に重要なランドマークに適用することができる。マーカを、表示において異なるように表示することができるため、ユーザは、マーカのうちの1つのマーカをACに関連付けられているものとして識別し、他のマーカをPCに関連付けられているものとして識別しうる。たとえば、システムは、マーカのうちの1つのマーカを「AC」とラベル付けし、他のマーカを「PC」とラベル付けすることができる、かつ/または、マーカは、異なる形状または色を使用して表示されることができる（または、別の適時に適切な方法で視覚的に区別されることができる）。たとえば、ACマーカをオレンジ、PCマーカをブルーとすることができる。マーカは、選択可能かつドラッグ可能とすることができる。ユーザは、マーカのそれぞれを選択し、たとえば、アキシャルビュー、コロナルビュー、およびサジタルビューに対応する3つのペインのうちの任意のペインにおいて、表示されるMR画像にマーカのそれぞれを設置することができる。応答して、システムはまた、第1のペインにおけるマーカのユーザ設置に対応する位置に、他の2つのペインにACおよびPCマーカを表示することができる。

【0043】

図4は、各マーカ402および404をユーザが固定する解剖学的領域の画像スライスを表示するペイン102、104、106にACマーカ402およびPCマーカ404が表示される例示的なスクリーンショット400を示す。たとえば、マーカ402および404は、3次元ボリュームを示す。画像ペインのうちの1つの画像ペイン内の特定の位置におけるマーカのうちの1つのマーカの、ユーザによる位置決めに応答して、システムは、設置されたマーカが対応する3次元ボリュームの一部分に対応する領域を含む画像スライスを表示する残りのビューのそれぞれにおいて、ユーザ設置式マーカが示す断面に直交する3次元ボリュームの断面を示す対応するマーカを自動的に固定することができる。代替的に、ユーザ選択可能コントロール、たとえばボタンまたはアイコンを表示することができ、その選択に応答して、システムは、ビューのうちの1つのビューにおいてユーザが設定したマーカに従って、他のビューにおいて対応するマーカを表示する。

【0044】

本発明の例示的な実施形態では、ペイン102、104、106のそれぞれは、対応するペインの画像スライスを通してスクロールするために、図2に関して上述したように、コントロール206、208、210を含むことができる。ペインのうちの1つのペイン内の表示されるアキシャル画像スライスにおいて、マーカ、たとえばACマーカ402をユーザが設置する場合、システムは、ACマーカ402をユーザが設置したアキシャル領域を含むサジタルペイン106およびコロナルペイン104に画像が表示される限り、ユーザがACマーカ402をドロップした表示されるアキシャルスライスに対応する位置に、表示されるサジタルペインおよびコロナルペインのそれぞれにおいて、対応するマーカ、たとえば、別のACマーカ402を自動的に設置することができる。

【0045】

たとえば図4を参照して、アキシャルペイン102に示す位置にユーザがPCマーカ404を設置する場合、システムは、図4に示すコロナルペイン104およびサジタルペイン106のそれぞれにおいて、PCマーカ404を応答して表示することができる。その理由は、ペイン104および106に表示される画像スライスが、固定されたPCマーカ404を通してカットされる、ペイン102に表示されるアキシャルスライスの断面であるからである。一方、アキシャルペイン102に示す位置にユーザがACマーカ402を設置する場合、システムは、図4に示すサジタルペイン106にACマーカ402を応答

して表示することができる。その理由は、ペイン 106 に表示される画像スライスが、固定された AC マーカ 402 を通してカットされる、ペイン 102 に表示されるアキシャルスライスの断面であるからである。しかし、システムは、図 4 に示すコロナルペイン 104 における AC マーカ 402 の応答する表示を省略することができる。その理由は、ペイン 104 に表示される画像スライスが、固定された AC マーカ 402 を通してカットされない、ペイン 102 に表示されるアキシャルスライスの断面であるからである。

【0046】

上記は、アキシャルペイン 102 とのユーザによる相互作用に関して述べられたが、同じことが、ペイン 104、106 のいずれかに AC マーカ 401 または PC マーカ 404 を設置するために、ペイン 104、106 のいずれかとユーザが相互作用する場合に当てはまることになる。その場合、システムは、適切である場合、対応するマーカを含むように残りの 2 つのペインを相応して更新することになる。

【0047】

同様に、アキシャルペイン 102 における右または左へのマーカのいずれかのユーザシフトに応答して、システムは、コロナルビューにおいて右または左へ、対応するマーカを相応してシフトすることができる。サジタルペイン内の対応するマーカの位置は、不変のままにされる場合があるが、新しい位置がサジタルペイン 106 の表示される画像スライスに示す領域に対応するかどうかに応じて、アキシャルペイン 102 におけるマーカのシフトに応答して、サジタルペイン 106 において視野から除去される場合があるまたは視野に入る場合がある。同じことが、コロナルペイン 104 においてユーザがマーカを右または左にシフトした場合に当てはまることになる。代替的に、アキシャルペイン 102 およびコロナルペイン 104 におけるマーカのシフトに応答して、システムは、サジタルペイン 106 においてスライスを通してスクロールすることができるため、マーカの新しい位置に対応する領域を含むスライスが表示される。

【0048】

同様に、サジタルペイン 106 においてユーザがマーカを前方または後方にシフトする場合、システムは、相応して、述べた第 1 の実施形態に従ってコロナルペイン 104 において、対応するマーカを視野から除去するかまたは視野に入れることができる、あるいは、第 2 の実施形態に従ってコロナルペイン 104 において画像スライスを相応してスクロールすることができる。同様に、サジタルペイン 106 においてユーザがマーカを下方または上方にシフトする場合、システムは、相応して、述べた第 1 の実施形態に従ってアキシャルペイン 102 において、対応するマーカを視野から除去するかまたは視野に入れることができる、あるいは、第 2 の実施形態に従ってアキシャルペイン 102 において画像スライスを相応してスクロールすることができる。同様のステップは、残りの 2 つのペインを相応して修正するために、ペインのうちの任意のペインにおいてマーカをシフトするときに実施されることになる。

【0049】

先に述べたように、例示的な実施形態によれば、ペインのうちの 1 つのペインにおいてユーザがマーカを第 1 の位置から第 2 の位置までシフトする場合で、第 1 の位置が、ペインのうちの別のペインにおいて表示される画像スライスに対応する位置を有するが、第 2 の位置が、第 1 の位置に対応する位置が位置付けられる他のペインの同じ画像スライスに対応する位置を持たない場合、システムは、第 2 のビューの画像スライスを、第 2 の位置に対応する位置が位置付けられる画像スライスまでスクロールすることができる。

【0050】

たとえば、アキシャルペイン 102 において、ユーザが脳のより前方部分の画像スライスに AC マーカ 402 をシフトする場合、システムは、コロナルペイン 104 の画像スライスを通して、脳のより前方部分の断面に対応する画像スライスに相応してスクロールし、新しく表示されたコロナル画像スライスの新しい位置に AC マーカ 402 を表示することができる。同じことが、ビューのうちの 1 つのビューにおいてユーザが PC マーカ 404 をシフトした場合に PC マーカ 404 について当てはまることになる。しかし、スクロ

10

20

30

40

50

ール操作は、シフトされるマーカがペイン 102、104、106 のそれぞれにおいて視野内にあるように実施することができるが、操作されないマーカをペインのうちの 1 つのペインの視野から外す場合がある。

【0051】

システムは、ユーザ設置の AC マーカと PC マーカによってマーク付けされた脳の点の間の距離を計算し、計算された距離を表示することができる。たとえば、図 4 は、表示された AC - PC 距離識別子 410 を示す。ユーザがマーカをシフトするとき、システムは、表示される距離を更新することができる。

【0052】

マーカの設置後、ユーザは、たとえば、スライダコントロール 206、208、210 を使用して、ビューのうちの任意のビューの他の画像スライスに直接スクロールすることができる。ビューのそれぞれにおいて、システムは、最大輝度を有するマーカを、マーカが固定された各スライスに表示することができる。マーカが固定されなかった他のスライスにユーザがスクロールすると、マーカは、徐々に薄暗く (dim) なることができ、ついには、マーカがもはや見えなくなる。したがって、ユーザは、ペイン 102、104、106 のそれぞれに関して、AC / PC が、表示されたスライスにあるか、表示されたスライスの近くにあるスライスにあるか、または表示されたスライスの近くにないスライスにあるかを、マーカの輝度から判定することができる場合がある。

【0053】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、ユーザ設置の AC / PC マーカが固定された画像スライスに対応するスライススクロールバーの位置に、AC および / または PC に対応するスライススクロールバーマーカを表示することができる。たとえば、オレンジのユーザ設置のマーカが、AC の位置を固定するために使用される場合、システムは、AC が固定された画像スライスに対応するスライススクロールバーの場所に、オレンジの、たとえば垂直の線を表示することができる。同様に、ブルーのユーザ設置のマーカが、PC の位置を固定するために使用される場合、システムは、PC が固定された画像スライスに対応するスライススクロールバーの場所に、ブルーの、たとえば垂直の線を表示することができる。

【0054】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、AC および PC に対応する選択可能なボタンまたはアイコンを表示することができ、その選択に応答して、システムは、アクティブなペインにおいてまたは代替的にペインの全てにおいて、選択されたボタンまたはアイコンに対応する画像スライスにスクロールする。

【0055】

システムは、AC / PC マーカの設置によって設定された AC / PC 位置を注意深く解析するためのズームツールを提供することができる。例示的な実施形態では、ズームツールはまた、マーカの設置を微調整するために使用することができる。例示的な実施形態では、ユーザインタフェースは、ズームツールをオープンするために、ツールバー内にボタンなどのグラフィカル入力オブジェクトを含むことができる。たとえば、ズームツールボタンの選択に応答して、システムは、AC マーカ 402 および PC マーカ 404 の最後のアクティブなマーカに関連付けてズームツールをオープンすることができる。代替的にまたは付加的に、システムは、たとえば、マーカのいずれかとの予め規定されたタイプの相互作用、たとえば、ダブルクリックに応答して、ズームツールを表示するように構成することができる。たとえば、ユーザが、たとえば、任意の適宜に適切な入力デバイスを使用して AC マーカ 402 をダブルクリックする場合、システムは、応答して、AC マーカ 402 に関連付けてズームツールを表示することができる。同様に、ユーザが、PC マーカ 404 をダブルクリックする場合、システムは、応答して、PC マーカ 404 に関連付けてズームツールを表示することができる。

【0056】

たとえば、ズームツールがペインのうちの 1 つのペインにおいて選択されると、システ

10

20

30

40

50

ムは、マーカが設置されるペインの画像の部分にズームインすることができる。たとえば、マーカを、脳の画像の一部分の上に表示することができる。ズームツールの選択によって、マーカが設置された領域内の脳画像の部分が、ズームインされることができ、一方、画像の残りの部分は、以前のズーム設定のままである。ズームされる領域は、AC/PCマーカの中心の周りに延在する、ピクセル数によって測定される所定のエリアとすることができる。たとえば、AC/PCマーカは、非ズームモードにあるとき、 $1,809^2$ ピクセル( $24$ ピクセルの半径)のエリアをカバーすることができる。ズームツールが選択されると、システムは、 $1,809^2$ ピクセルが、 $31,400^2$ ピクセル( $100$ ピクセルの半径)を超えて表示されるように、 $1,809^2$ ピクセルの初期エリアの中心の周りに集まった $7,854^2$ ピクセルの面積( $50$ ピクセルの半径)上でズームインするように構成することができる。最初に設置されたマーカによってカバーされる解剖学的領域は、ズームツールの拡大窓においてカバーされる解剖学的領域より小さい場合があるまたは大きい場合があることが留意される。例示的な実施形態では、ペインのうちの1つのペインにおけるズームツールの選択に応答して、残りのペインに示すマーカのサイズは、増加または減少して、ズームツールがそこで選択されたペインの拡大窓内でマーカの3次元ボリュームによってカバーされる解剖学的領域を示す。

10

20

30

40

50

#### 【0057】

図5は、コロナルペインがアクティブであった間にズームツールを選択した後、たとえば、コロナルペイン104内のACマーカ402をダブルクリックすることによって、拡大窓502がコロナルペイン104に表示される、本発明の例示的な実施形態によるスクリーンショット500を示す。拡大窓502内の画像の領域が拡大されるが、画像の残りの部分は、以前のズーム設定のままであり、拡大窓502は、画像の残りの部分にオーバーレイする、すなわち、画像の残りの部分のいくつかの部分の中に位置決めされ、一方、画像の残りの部分の他の部分を遮る。

#### 【0058】

ACに対応する拡大窓502は、コロナルペイン104に表示されるが、たとえば、拡大窓502内の拡大される部分で示される3次元ボリュームのサイズに対応する、大きなACマーカ505が、アキシアルペイン102およびサジタルペイン106に表示される。

#### 【0059】

例示的な実施形態では、ズームツールは、AC/PCマーカをダブルクリックすることによって選択される。例示的な実施形態では、ズームツールの選択後、マーカが設置された領域内の画像の部分は、そのペインまたは他のペインの任意のペインにおいて、ズームインされる領域内に入らない場所をクリックすることによって画像の残りのズーム設定に戻ることができる。代替の例示的な実施形態によれば、ボタン、たとえば、GUIボタンを設けることができ、その選択に応答して、システムは、拡大窓502および他のペイン内の対応するマーカを除去し、拡大窓502の表示前に表示されたAC/PCマーカの表示に戻る。

#### 【0060】

ズームコントロールは、ズームされる領域のズームを所定の量だけ増加または減少させるためのサブコントロールをさらに含むことができる。たとえば、ズームを増加させるために選択可能である「+」を表示することができ、ズームを減少させるために選択可能である「-」を表示することができる。たとえば、図5に示すズームツールは、ズームを増加させるための使用を示すために「+」を表示するズーム増加コントロール510を含み、ズーム増加コントロール510は、拡大窓502の上部に拡大窓502に隣接して表示される。図5に示すズームツールは、ズームを減少させるための使用を示すために「-」を表示するズーム減少コントロール512を含み、ズーム減少コントロール512は、拡大窓502の下部に拡大窓502に隣接して表示される。ズーム増加コントロール510またはズーム減少コントロール512の各選択は、システムが拡大率をそれぞれ増加または減少させることによって応答するようにさせる。例示的な実施形態では、システムは、



ズーム増加および／またはズーム減少についての限界を持つように構成することができる。

【 0 0 6 1 】

本発明の例示的な実施形態では、ズーム増加コントロール 5 1 0 の各操作に応答して、また、ズーム減少コントロール 5 1 2 の各操作に応答して、システムは、他の 2 つのペインにおける対応するマーカ 5 0 5 のサイズを相応して修正して、拡大窓 5 0 2 で反映される領域の修正を反映することができる。代替的に、システムは、マーカ 5 0 5 を、ズームツールの最初の起動に응答して設定されたオリジナルのサイズのままにするように構成することができる。

【 0 0 6 2 】

マーカに対応する領域内の画像の部分がズームされるが、ユーザは、拡大窓 5 0 2 をクリックしドラッグすることができ、それに응答して、拡大窓 5 0 2 および対応する解剖学的オブジェクト ( A C または P C ) の固定操作の場所を、相応してシフトすることができる。そのため、ユーザは、その領域がズームされる間に、A C または P C の記録された場所をシフトすることができ、それが、ユーザがマーカの適切な場所を選択するのに役立つ場合がある。ズームツールを選択解除した後、画像の残りの部分と同じズーム設定を有する、対応する A C マーカ 4 0 2 または P C マーカ 4 0 4 は、拡大窓 5 0 2 のシフトによって設定された新しい場所に表示されることができる。

【 0 0 6 3 】

先に述べたように、スライダコントロール 2 0 6、2 0 8、2 1 0 は、ペイン 1 0 2、1 0 4、1 0 6 のそれぞれの 1 つのペインのスライスを通してスクロールするために操作することができる。上述したように、例示的な実施形態では、A C マーカ 4 0 2 および P C マーカ 4 0 4 が設定され、( A C マーカ 4 0 2 および P C マーカ 4 0 4 が固定される画像スライスが表示されると仮定すると ) 表示可能であることができるモードにおけるこうしたスクロール操作に응答して、A C マーカ 4 0 2 および／または P C マーカ 4 0 4 は、表示からフェードインおよびフェードアウトすることができる。例示的な実施形態では、第 1 の画像スライスから第 2 の画像スライスへのスクロール操作は、A C マーカ 4 0 2 および／または P C マーカ 4 0 4 を表示からフェーディングさせることができるが、ユーザが、画像スライススクロール操作コントロール、たとえば、スライダコントロール 2 0 6、2 0 8、または 2 1 0 を操作して、拡大窓 5 0 2 が表示される間に、ペインの画像スライスを通してスクロールさせる場合、システムは、拡大窓 5 0 2 および各解剖学的オブジェクトの固定操作を、ユーザがそれにスクロールする画像スライスに移動させる。代替的にまたは付加的に、さらなるコントロールを、スクロール操作のために拡大窓 5 0 2 に取付けることができる。たとえば、コントロール 5 1 0 および 5 1 2 と同様のボタンを表示することができ、ボタンのうちの第 1 のボタンの選択は、ある方向へのスライスのスクロール操作をもたらし、ボタンのうちの第 2 のボタンの選択は、反対方向へのスライスのスクロール操作をもたらす。

【 0 0 6 4 】

そのため、拡大窓 5 0 2 は、表示されるスライスがスクロールされる間に、1 つの表示位置で視野内に留まることができる。一方、上述したように、ユーザが画像スクロール操作コントロールを操作して、マーカがズームされない間に、画像スライスを通してスクロールさせる場合、マーカ ( A C マーカ 4 0 2 または P C マーカ 4 0 4 ) の最後のアクティブなマーカの解剖医学的成分 ( A C または P C ) の固定操作は、以前の画像スライス内に留まり、画像スライスは、スクロールされる画像スライスと、対応するマーカが設定されるスライスとの距離の増加に伴って対応するマーカがフェードアウェイしながらスクロールされる。

【 0 0 6 5 】

そのため、本発明の例示的な実施形態によれば、システムは、A C マーカ 4 0 2 または P C マーカ 4 0 4 を画像スライス間でシフトする 2 つの別個の方法を提供することができる。第 1 の方法によれば、システムは、ペイン 1 0 2、1 0 4、1 0 6 のうちの 1 つのペ

10

20

30

40

50

インにおいて異なる画像スライスにスクロールすることができ、一方、マーカのうちの関連するマーカに対応する拡大窓 502 は、画像スライススクロール操作コントロールが操作される各ペインに表示される。第 2 の方法によれば、ユーザは、拡大窓 502 が表示されないときに、ペインのうちの別のペインにおいて関連するマーカの場所をシフトすることによって、ペインのうちの 1 つのペインにおいてマーカを異なるスライスにシフトすることができる。たとえば、ユーザが、コロナルペイン 104 またはサジタルペイン 106 において上方にまたは下方に AC マーカ 420 をシフトする場合、システムは、AC の固定操作（および AC マーカ 402 の表示）を異なるアキシャル画像スライスにシフトすることができる。同様に、アキシャルペイン 102 またはサジタルペイン 106 における前方または後方へのシフトは、異なるコロナルスライスへのシフトをもたらす。同様に、アキシャルペイン 102 またはコロナルペイン 104 における右方または左方へのシフトは、異なるサジタルスライスへのシフトをもたらす。

10

#### 【0066】

拡大窓 502 は、図 5 に示すように円形とすることができるが、代替の実施形態では、任意の他の適した形状とすることができる。図 5 に示すように、例示的な実施形態では、拡大窓 502 は、ユーザがマーカを正しく設置するのにさらに役立つために、マーカの中心に存在する画像の部分によって容易に識別するための十字線（cross-hair）を含むことができる。

#### 【0067】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、ズームインされた領域に対して画像強調アルゴリズムを実行することができる。たとえば、画像強調は、拡大窓 502 内に表示される領域に適用することができる。画像強調は、縁部を先鋭にするため、境界および構造の識別を容易にするために、1 つまたは複数の画像フィルタを適用することを含むことができる。例示的な実施形態では、画像強調は、拡大窓 502 をオープンすることに応答して、および/または、拡大窓 502 内をさらにズームするために自動的に実施することができる。代替的にまたは付加的に、1 つまたは複数の画像処理フィルタは、ズームインされた領域に適用するためにユーザ選択可能とすることができる。例示的な実施形態では、システムは、ズームインされた領域に適用するために、選択可能な画像フィルタのリストを提供することができる。たとえば、選択可能なメニューオプションは、選択可能な画像フィルタのリストをオープンするために拡大窓 502 がオープンされると提供することができる。例示的な実施形態では、システムは、ユーザ生成式カスタムフィルタを入力するように構成され、そのフィルタは、その後、拡大窓 502 内の領域に適用するためにこうしたリストに付加することができる。

20

30

#### 【0068】

例示的な実施形態では、システムは、以下で述べるように、識別される AC / PC に基づいて患者アトラスを出力することができる。代替的にまたは付加的に、システムは、AC および PC がそこで識別される患者の MR 画像を、別の患者の DTI アトラスまたは MR 画像などの別のボリュームに位置合わせすることができる。

#### 【0069】

マーカの設置またはマーカの位置のシフト後に、ユーザは、「アンドゥ（undo）」コントロールを選択することができ、それに応答して、システムは、最後の設置またはシフトをアンドゥし、以前の場所にマーカを再位置決めすることができる。別々にアンドゥ可能である完全なシフトは、選択、ドラッグ、およびドロップを含む行為とすることができる。それにより、「アンドゥ（undo）」コントロールの選択は、マーカがドラッグの前に選択された位置にマーカを再位置決めするようにプロセッサにさせる場合がある。アンドゥコントロールの選択が繰り返される場合、システムは、マーカ設置に対する一連の変更をアンドゥすることができる。同様に、ピボットおよびステムツール 110 の操作後に、異なる画像の相対的位置を修正するために、ユーザは、「アンドゥ（undo）」コントロールを選択することができ、それに応答して、システムは、相対的位置の最後の修正をアンドゥすることができる。アンドゥコントロールの選択が繰り返される場合、シス

40

50

テムは、相対的位置に対する一連の変更をアンドゥすることができる。「アンドゥ (undo)」機能は、マーカ設置、リード線設置、ならびに / または、画像の整列および / またはスケールングのために提供することができる。

(異なるスクリーンにおけるCT+MRの自動ヒストグラムおよびレベル)

本発明の例示的な実施形態では、システムは、画像内の関連する特徴部の最良の観察を提供するために画像の自動補正を行うことができる。特徴部の観察は、ユーザが、特徴部の位置に基づいて画像を適切に同時位置合わせするため、以前に実施した同時位置合わせを検証するため、リード先端およびシャフト設置を選択および / または検証するため、MCP、MSP、AC、PC、または他のランドマーク点を選択および / または検証するため、ならびに / または、刺激プログラミング環境において刺激パラメータを設定する方法を決定するために有用である場合がある。

10

【0070】

例示的な実施形態では、システムは、画像の最初に表示する前に自動補正を実装することができる。代替的に、システムは、補正なしで画像を最初に表示し、補正を行うというユーザ入力命令に応答して自動補正を実施することができる。たとえば、システムは、自動補正を実施するようシステムに指示するためにユーザによって選択可能なボタンを表示することができる。

【0071】

本発明の例示的な実施形態では、システムによって実施される自動補正のタイプは、画像の撮像モダリティに依存する。たとえば、システムは、第1の撮像補正方法を使用してMR画像を自動補正し、第2の異なる補正方法を使用してCT画像を自動補正することができる。異なる方法は、ユーザ命令なしで自動的に実装することができる、または、オーバーレイされる画像を自動補正するための単一命令に応答して実装することができる。

20

【0072】

たとえば、ユーザインタフェースコントロールのユーザ操作に応答して、システムは、最良画像のためにピクセルのグレースケール値を自動的に調整する。

本発明の例示的な実施形態では、システムは、画像のピクセルに割当てられたピクセル値の分布を修正することによってMR画像を自動的に強調することができる。たとえば、図6を参照すると、システムは、ステップ600にて、画像のグレースケール値に基づくヒストグラムを生成し、そのヒストグラムは、たとえば、図7に示すヒストグラム700などの、たとえば、ホワイトで始まりブラックで終わる、種々のグレースケール値の画像のピクセルのパーセンテージをプロットする。ステップ602にて、システムは、ピクセルの最大のパーセンテージを有する連続するカラー値のブロックに対応するグラフの領域を識別することができる。こうしたブロックは、通常、図7のブロック702の曲線705などの曲線を形成することになる。そのブロックの識別は、曲線が始まりまた終わるピクセル値を決定することを含むことができ、そのピクセル値は、そのブロックの外側限界として設定することができる。ステップ604にて、システムは、数が多いピクセル値を超えてその曲線を拡張するためにピクセル値を再割当てすることができ、それにより、少ない数のピクセルは、拡張する前に比べて、その範囲のピクセル値に制限され、多い数のピクセルは、拡張する前に比べて、その範囲の外部にあるピクセル値に割当てられる。任意の適宜に適切なヒストグラム等化方法は、MR画像のピクセルに対するピクセル値の割当てを修正するために使用することができる。

30

40

【0073】

MR画像のこうした修正は、MR画像に、異なる解剖学的特徴部をより明瞭に示させる。その理由は、いろいろなピクセル値が、異なる解剖学的特徴部を示すために使用されるからである。

【0074】

先に述べたように、システムは、CT値を異なるように修正するように構成することができる。刺激プログラミングに関してCT値においてしばしば重要であるものは、頭骸骨およびリード線(複数可)である。CT値は、骨と同程度に密なまたはそれより密な物質

50

について飽和し、飽和は、異なる密度の構造の間でＣＴ画像がもはや区別できない場合を指す。システムは、相応して、飽和レベル以外の値を有するピクセルについての全ての情報を除去するように構成することができる。これは、頭骸骨およびリード線（複数可）をほとんど残すことになる。たとえば、図８は、ＣＴ画像の自動補正のためにシステムが実施することができる例示的な方法を示すフローチャートである。ステップ８００にて、システムは、ＣＴ画像のピクセルのうちの１つのピクセルについてピクセル値を得ることができる。ステップ８０２にて、システムは、得られたピクセル値を飽和閾値ピクセル値と比較することができる。ピクセル値がその閾値を満たさず、そのピクセル値が飽和レベルにないことを示す場合、システムは、ステップ８０４にて、ピクセル情報を除去することができる。たとえば、システムは、そのピクセルの値を、ブラック、たとえば０に設定することができる。ピクセル値がその閾値を満たし、そのピクセル値が飽和レベルにあることを示す場合、システムは、そのそれぞれのピクセルについてステップ８０４をスキップすることができる。画像が、まだ解析されていないさらなるピクセルを含む場合、システムは、ＣＴ画像の別のピクセルを選択するためにステップ８００に戻ることができる。そうでない場合、方法は終了することができる。

10

#### 【００７５】

他の重要な構造は、ＭＲとＣＴの融合を検証するときの、心室および溝とすることができる。そのため、代替の例示的な実施形態では、システムは、ＣＴ画像において心室および溝が明瞭に見えるように、ＣＴ画像のレベルを自動的に修正するように構成される。

20

#### 【００７６】

そのため、システムは、互いにオーバーレイする画像を表示するように構成することができる。画像は、同じ自動補正トリガーに応答して、異なる自動補正方法によって自動補正される。

（アトラス位置合わせ）

（予め規定された平面または線を識別すること）

本発明の例示的な実施形態では、システムは、たとえば、解剖学的領域の１つまたは複数の画像に位置合わせすることができる、予め規定された線または平面のグラフィカル描写を出力するように構成される。予め規定された線または平面は、解剖学的に重要な線または平面とすることができる。例示的な実施形態では、平面は、中央サジタル平面（*mid-sagittal plane*）（*MSP*）、脳の左半球と右半球を分割する理論的平面とすることができる。システムは、１つまたは複数の撮像モダリティの１つまたは複数の画像のそれぞれの３次元ボリュームに対して、予め規定された線または平面、たとえば*MSP*の場所をメモリに記憶することができる。線または平面、たとえば*MSP*の出力描写は、記録された相対的位置に従って、こうした画像の１つまたは複数の表示に対してオーバーレイすることができる。以下の論議は、*MSP*を参照することになるが、同様に、他の線または平面に適用することができる。

30

#### 【００７７】

グラフィカル描写は、ユーザ相互作用的インタフェースにおいて出力することができ、そのインタフェースによって、ユーザは、*MSP*の描写、および／または、*MSP*描写がオーバーレイする先の表示される画像と相互作用して、画像に対する*MSP*の場所を修正することができる。ユーザは、ユーザインタフェースと相互作用して、*MSP*描写を並進および／または回転させ、かつ／または、画像、たとえば*MR*画像を並進および／または回転させ、それにより、表示される*MSP*描写を*MR*に正しく整列させて、*MR*画像に表示される解剖学的要素に対して*MSP*の実際の位置を一致させることができる。

40

#### 【００７８】

たとえば、図９は、*MSP*描写９０２として破線が使用される例示的なスクリーンショット９００を示す。*MSP*描写９０２は、アキシアルペイン１０２およびコロナルペイン１０４のそれぞれに表示され、*MSP*がそれを通して切り取られるペインの各画像スライスのそれぞれの断面を示す。例示的な実施形態では、図９に示すように、*MSP*描写９０２は、*MSP*がサジタル画像スライスの断面を通して切り取られないため、サジタルペイ

50

ン 1 0 6 から省略される。代わりに、M S P は、理論的には、サジタル画像スライスの 1 つのスライスと一直線になり、そのサジタル画像スライスの全体を包含する。

【 0 0 7 9 】

本発明の例示的な実施形態では、また、図 9 に示すように、ピボットおよびシステムツール 1 1 0 は、画像に対する M S P の相対的位置を修正するためのユーザインタフェースとユーザが相互作用することができる M S P 固定操作モードにある間に、アキシャルペイン 1 0 2 およびコロナルペイン 1 0 4 のそれぞれに設けられることができる。ピボットおよびシステムツール 1 1 0 は、アキシャルペイン 1 0 2 およびコロナルペイン 1 0 4 に表示される画像のうちのそれぞれ 1 つの画像をシフトし回転させるために操作することができる。代替の例示的な実施形態では、たとえば、ピボットおよびシステムツール 1 1 0 との相互作用によって実施可能であるとして本明細書で述べる全ての操作について、他のユーザ入力方法を使用することができることが留意される。たとえば、ユーザは、タッチスクリーンによって指またはスタイラスで画像をドラッグすることができ、アークをトレースする動きが回転と解釈される、または、2 つの指が反対方向に同時にドラッグすることが回転と解釈される、また、他の単純な左 / 右 / 上 / 下の動きが並進と解釈される。代替的に、ユーザは、画像をクリックし、次に、画像を並進および / または回転させるための、直線のおよび / または湾曲した方向性矢印などの方向性キーボードボタンまたは G U I ボタンをクリックすることができる。

【 0 0 8 0 】

再び図 9 を参照すると、アキシャルペイン 1 0 2 における画像を左または右にシフトし、それにより、M S P ( および M S P 描写 9 0 2 ) の記録された場所を、アキシャルペイン 1 0 2 の画像に対して反対方向にシフトすることに対応して、システムは、相応して、コロナルペイン 1 0 4 に表示される画像を左または右にシフトし、それにより、M S P ( および M S P 描写 9 0 2 ) の記録された場所を、コロナルペイン 1 0 4 の画像に対して反対方向にシフトすることができる。同様に、コロナルペイン 1 0 4 における画像を左または右にシフトし、それにより、M S P ( および M S P 描写 9 0 2 ) の記録された場所を、アキシャルペイン 1 0 2 の画像に対して反対方向にシフトすることに対応して、システムは、相応して、アキシャルペイン 1 0 2 に表示される画像を左または右にシフトし、それにより、M S P ( および M S P 描写 9 0 2 ) の記録された場所を、アキシャルペイン 1 0 2 の画像に対して反対方向にシフトすることができる。

【 0 0 8 1 】

アキシャルペイン 1 0 2 またはコロナルペイン 1 0 4 のいずれかのペインにおける画像の左シフトまたは右シフトのいずれかに応答して、システムは、サジタルペイン 1 0 6 において画像スライスを自動的にスクロールすることができるため、表示されるサジタル画像スライスは、アキシャルペイン 1 0 2 およびコロナルペイン 1 0 4 のそれぞれのペイン内の M S P 描写がそれを通して延在するアキシャルおよびコロナル画像スライスの断面である。

【 0 0 8 2 】

サジタルペイン 1 0 6 における画像の左または右シフトは、同様に、システムに、コロナルペイン 1 0 4 に表示される画像を修正させることができる。その理由は、水平軸に沿うサジタルペイン 1 0 6 における画像の位置が、脳の前端と後端との間に延在する線に沿う脳の中心点を規定し、それにより、コロナルスライス距離がそこから測定される原点を再規定するからである。表示されるコロナル画像スライスが原点 ( 0 . 0 mm ) にあることが示される場合、サジタルペイン 1 0 6 における画像の左または右シフトに対応して、新しく規定された原点における異なる画像スライスを、コロナルペイン 1 0 4 に表示することができる。

【 0 0 8 3 】

同様に、アキシャル画像の上方または下方へのシフトに対応して、システムは、前方向または後方向に関する新しい原点を反映するために、コロナルペイン 1 0 4 の画像を修正することができる。

## 【 0 0 8 4 】

同様に、サジタル画像の上方または下方へのシフトに応答して、システムは、上方向または下方向に関する新しい原点を反映するために、アキシャルペイン 1 0 2 の画像を修正することができる。アキシャル画像スライスについての同じ修正は、コロナル画像の上方または下方シフトに応答して実施することができる。

## 【 0 0 8 5 】

アキシャルペイン 1 0 2 における画像の回転は、画像のほとんどの前方点および後方点ならびにほとんどの左方点および右方点の座標を再規定する。コロナルペイン 1 0 4 は、前端と後端との間に延在する線に直交し、かつ、左端と右端との間に延在する線に平行な画像スライスを表示するため、したがって、アキシャルペイン 1 0 2 における画像の回転に  
10 応答して、システムは、相応して。新しく規定された前端と後端との間に延在する新しく規定された線に直交するスライスのものであるようにコロナルペイン 1 0 4 の画像を変更する。

## 【 0 0 8 6 】

同様に、サジタルペイン 1 0 6 は、前端と後端との間に延在する線に直交し、かつ、左端と右端との間に延在する線に平行な画像スライスを表示するため、したがって、アキシャルペイン 1 0 2 における画像の回転に  
20 応答して、システムは、相応して。新しく規定された前端と後端との間に延在する新しく規定された線に平行なスライスのものであるようにサジタルペイン 1 0 6 の画像を変更する。

## 【 0 0 8 7 】

同様に、コロナルペイン 1 0 4 における画像の回転は、ほとんどの上端および下端ならびにほとんどの左端および右端の座標を再規定する。したがって、アキシャルペイン 1 0 2 およびサジタルペイン 1 0 6 に表示される画像を、相応して変更することができる。同様に、サジタルペイン 1 0 6 における画像の回転は、ほとんどの上端および下端ならびにほとんどの前端および後端の座標を再規定する。したがって、アキシャルペイン 1 0 2 およびコロナルペイン 1 0 4 に表示される画像を、相応して変更することができる。

## 【 0 0 8 8 】

他のペインにおける画像スライスの修正によって、ペインのうちの 1 つのペイン内の画像に対する並進または回転変更に対応することに関する先の論議は、画像が並進可能および / または回転可能である本明細書で述べる他のモード、たとえば、MR 画像および CT 画像の整列が修正可能であるモードおよび / または AC マーカ 4 0 2 および PC マーカ 4 0 4 が設定されうるモードにも適用される。  
30

## 【 0 0 8 9 】

代替の例示的な実施形態では、システムは、MSP を表す画像、たとえば、MR に関して平面を規定するために MR スライス内で 3 つの点を選択するためのユーザ入力を受信するように構成される。全てのビュー（アキシャル、コロナル、およびサジタル）に関して MSP を規定するために、システムが、異なるアキシャルスライス内で点のうちの少なくとも 2 つの点の入力を受信することを必要とされる場合がある。これは、異なる MR アキシャルスライス内に選択が存在することを必要としない。代わりに、たとえば、点のうちの 2 つの点  
40 が、アキシャル MR 画像内で選択され、第 3 の点が、コロナル MR 画像内で選択される場合があり、第 3 の点は、最初の 2 つの点がそこで選択された MR アキシャル画像スライスが対応するのとは異なる解剖学的アキシャルスライス内にある。システムが、異なるコロナルスライス内で点のうちの少なくとも 2 つの点の入力を受信することを必要とされる場合がある。これは、異なる MR コロナルスライス内に選択が存在することを必要としない。代わりに、たとえば、点のうちの 2 つの点  
50 が、アキシャル MR 画像内で選択され、第 3 の点が、コロナル MR 画像内で選択される場合があり、第 3 の点は、最初の 2 つの点がそこで選択された MR アキシャル画像スライスが対応するのとは異なる解剖学的コロナルスライス内にある。（代替的に、点のうちの 2 つの点  
が、コロナルビュー内で選択され、第 3 の点が、最初の 2 つの点がそこで選択されたコロナル画像が対応するのとは異なるコロナルスライスに対応する点で、アキシャルビュー内で選択される場合がある。）

M S P が、サジタル平面 1 0 6 に表示される単一画像スライスに常に完全に対応するわけではないことが留意される。したがって、3つの点は、ほとんどの事例で、完全にサジタルビュー内で記録することができるわけではない。さらに、M S P は、サジタル画像スライスに対応する平面に関して2つの直交方向に角度付けされる場合があるため、したがって、サジタルペイン 1 0 6 ではなく、アキシャルペイン 1 0 2 および कोरोナルペイン 1 0 4 内で点を選択することがより実用的である場合がある。

#### 【 0 0 9 0 】

例示的な実施形態では、システムは、ユーザインタフェースを提供するように構成することができ、そのユーザインタフェースでは、M S P を規定するためのユーザ相互作用は、たとえば、こうした相互作用に対してサジタル画像をロックしながら、M S P の描写または画像の並進または回転によって、または、画像内での3つの点の設置によって、アキシャルおよび कोरोナル画像に制限される。その理由は、サジタル画像に直交する方向への M S P の共通の角度付けによって、アキシャルペイン 1 0 2 および कोरोナルペイン 1 0 4 内で M S P を規定するときに、ほとんどの事例で、高い正確さが予想されるからである。

#### 【 0 0 9 1 】

3つの点の設置による M S P の規定を参照すると、異なるアキシャルおよび कोरोナルスライス内で3つの点の入力を受信することが必要とされる場合がある。その理由は、そうでなければ、単一の線だけが規定されることになり、規定された線から、その線がその中で規定された平面に平行な平面まで、平面がどのように延在するかがわからないことになるからである。たとえば、図 1 0 は、3次元空間内の単一の線 1 0 5 0 に沿って規定された3つの点 1 0 0 0、1 0 1 0、および 1 0 2 0 を示す。線 1 0 5 0 は、平面 1 0 7 0 および 1 0 8 0 のそれぞれに含まれる。しかし、平面 1 0 7 0 および 1 0 8 0 は、線 1 0 5 0 を異なる角度で交差する。したがって、単一の線に沿う3つの点の規定は、平面を規定するのに十分な情報を提供しない。たとえば、図 1 0 の3次元ボリュームが脳を表し、点 1 0 0 0、1 0 1 0、および 1 0 2 0 が、サジタル画像スライス内の単一の線に沿って規定されることになる場合、サジタルスライスによって規定される平面に対する M S P 平面の角度はわかっていないことになる。

#### 【 0 0 9 2 】

例示的な実施形態では、システムは、たとえば、先に詳細に述べたように、A C の場所および P C の場所を識別する入力を最初に受信することができ、A C の場所および P C の場所を、システムは、M S P を規定するための点のうちの2つの点として使用することができる。A C および P C の場所の受信に続いて、システムは、M S P の規定を完成させるための第3の点を選択するための U I を提示することができる。たとえば、ユーザは、A C および P C の点をアキシャル画像スライス内で設定し、M S P の第3の点を कोरोナル画像スライス内で設定することができる。

#### 【 0 0 9 3 】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、単一 G U I 提示において、複数の画像を互いに整列させ、A C および P C の場所を設定し、M S P を識別し、フラッシュライトバーの位置および / またはサイズを修正し、画像スライスをスクロールするために、述べた機能の2つ以上の、たとえば、全てを提供することができる。例示的な実施形態では、システムは、単一 G U I において、こうした述べた特徴部の種々の特徴部を組合せないように構成することができる。例示的な実施形態では、システムは、「次 ( N e x t ) 」および「後 ( B a c k ) 」コマンドを入力することで続いて起こることができる、規定のシーケンスで別個の G U I において、述べた特徴部のいくつかを提示するように構成することができる。たとえば、システムは、異なる画像 B をユーザが同時整列することができる G U I を最初に提示するように構成することができる。次のステップに進むという命令に回答して、システムは、A C および P C の位置を設定する G U I を提示するように構成することができる。例示的な実施形態では、所定のシーケンスで提示される G U I のうちの任意の G U I とのユーザ相互作用は、記録され、他の G U I が「次 ( N e x t ) 」命令または「後 ( B a c k ) 」命令に回答して表示されるかどうかによらず、そのシーケンスで異

なる点で提示される他の G U I に相応して影響を及ぼす場合がある。

【 0 0 9 4 】

例示的な実施形態では、プログレスバーを設けることができ、プログレスバーは、実施されるステップのシーケンスに関して目下の場所を視覚的に示し、目下の場所は、実施されている現在のステップを示す。プログレスバーによって示されるそれぞれのこうしたステップは、特定のユーザインタフェースであって、こうしたインタフェースの 1 つまたは複数、たとえば、それぞれが、いくつかのサブステップを実施するための機能を提供する、特定のユーザインタフェースを参照することができる。さらに、高レベルステップに関する場所を示す第 1 のプログレスバーを、設けることができ、高レベルステップのうちの 1 つの高レベルステップ内の低レベルステップに関する場所を示すさらなるプログレスバーを、設けることができる。たとえば、第 1 のプログレスバーは、たとえば患者画像および / または記録をインポートすることによって患者情報を入力するステップ画像 / アトラスの位置合わせステップ、およびプログラミングステップを示すことができる。位置合わせにおいて、プログレスバーは、 M R スキャンおよび C T スキャン（または、他の実施形態では、他の画像）を融合するステップ、 M S P の選択ステップ、 A C / P C の選択ステップ、リード先端（複数可）の位置付けステップ、およびリードシャフト（複数可）の位置付けステップを示すことができる。

【 0 0 9 5 】

画像のインポートに関して、画像を、画像が患者記録に関連付けられるシステムからインポートすることができる。位置合わせおよび / またはプログラミングシステムは、こうした外部システムから画像を選択するためのインポートオプションを含むことができる。外部システムからの画像の選択に応答して、システムは、選択された画像に関連付けられている、外部システムの患者記録の情報に基づいて、位置合わせおよび / またはプログラミングシステム内で新しい患者ファイルを自動的に生成することができる。たとえば、患者の名前、年齢、性別、 D O B 、住所、診断結果などの任意の 1 つまたは複数は、インポートされ、位置合わせおよび / またはプログラミングシステムの電子記録のフィールドを自動的に満たすことができる。

【 0 0 9 6 】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、患者一覧表を提供することができ、掲載される各患者について、アクティブなステージを示すことができる。一覧表は、上述したように、外部システムからの情報のインポートに応答して更新することができる。たとえば、アクティブなステージに関して、画像 / アトラス位置合わせ U I スクリーンが、患者についての位置合わせを設定するためにまだ完全にトラバースされていない場合、システムは、表題「位置合わせ ( r e g i s t r a t i o n ) 」の下で患者グループ化においてその患者を掲載することができ、一方、システムは、表題「プログラミング ( p r o g r a m m i n g ) 」の下で、患者グループ化においてその人について位置合わせが終了しなかった患者を掲載することができる。さらに、システムは、掲載された患者の 1 人または複数、たとえば、それぞれについて、そのステージが終了した程度を示す状態インジケータを表示することができる。たとえば、位置合わせステップの 7 5 % がその人について実施された患者の場合、システムは、円を表示することができ、その円の外周の 7 5 % がハイライトされるか、または、円の内部から円の 7 5 % に対応する円の円周上の点に向かって延在する線または矢印を含み、たとえば、円の上死点が 0 % を示し、時計方向回転が仮定される。代替的に、円に対する他のマーキングまたは他の幾何学的形状が、終了パーセンテージを示すことができる。すなわち、満たされる形状のパーセンテージが指標を提供することができる。

（アトラススケールリング）

先に述べたように、画像整列ならびに A C および P C の場所の規定は、患者の解剖学的ボリュームと、たとえば解剖学的アトラスの他の規定されたボリュームとの間での位置合わせのために使用することができる。 M S P の規定は、同様に、前端と後端との間に延在する線、上端と下端との間に延在する線、および右端と左端との間に延在する線を規定す



ることができ、その情報は、以下で詳細に述べる異方性スケーリングに有用である場合がある。規定されるMSPはまた、患者母集団からの別の患者のまたは患者画像を有する解剖学的アトラスの3次元ボリュームなどの3次元ボリュームの適切な整列に有用である場合がある。その適切な整列に従って、非患者ボリュームを、患者画像によって反映された患者の解剖学的構造に位置合わせすることができる。

#### 【0097】

患者固有のアトラスを生成する場合、システムは、アトラスに対して患者MRを最初に整列させるためにユーザがそれによって相互作用することができるユーザインタフェースを提供することができる。これは、たとえば、MR画像とCT画像を整列させることに關して上述したのと同じ方法で実施することができる。

10

#### 【0098】

代替的に、システムは、患者画像の中央交連点(mid-commissural point)(MCP)をユーザがそれによってさらに識別することができるユーザインタフェースをさらに提供することができる。システムは、患者画像内でのMSP、AC/PC、および/またはMCPの場所のユーザ入力に続いて、または、それに関連付けて、患者画像、たとえば、MR画像をアトラスに自動的に整列させることができる。

#### 【0099】

たとえば、システムは、アトラスのAC/PC線および/またはMSPと患者MRを整列させ、患者MRにおいて識別されるMCPを、アトラスのMCPに整列させることができる。代替的に、システムは、AC/PC線および/またはMSPに基づいてアトラスと患者MRを最初に整列させることができ、ユーザは、次に、システムによって提供されるユーザインタフェースと相互作用して、アトラスおよび患者MRの一方を他方に対してシフトさせ、それにより、MCPに対応するとしてユーザによって識別される患者MRの点を、アトラスのMCPに整列させることができる。

20

#### 【0100】

MCPは、ACとPCとの間の中心点である。したがって、本発明の例示的な実施形態では、たとえば、ACおよびPCのユーザ識別に続いて、システムは、ACとPCとの間の中心点としてMCPを自動的に識別し記録することができ、ユーザ入力は、こうした識別のために必要とされない。

#### 【0101】

アトラスおよびMRのそれぞれの各AC/PC間の距離は、異なりうる。したがって、患者のMR画像は、アトラスに対してスケーリングされることを必要とされる場合がある。本発明の例示的な実施形態では、システムは、アトラス(または、たとえば患者母集団からの他の非患者ボリューム)を自動的にスケーリングすることができる。

30

#### 【0102】

図11は、患者画像に示す患者ボリュームに対してアトラス(または他の非患者)ボリュームを自動的に整列させスケーリングするためにシステムが実施することができる例示的なステップを示すフローチャートである。ステップ1100にて、システムは、たとえば、上述したユーザインタフェースとのユーザ相互作用によって、ACおよびPCの規定を得ることができる。ステップ1102bにて、システムは、ステップ1100にて得られたAC/PC規定に従って、ステップ1105および1112を実施することができる。ステップ1105にて、システムは、ACとPCとの間の中心点としてMCPを決定することができる。ステップ1105はまた、ステップ1102aの一部とすることができ、ステップ1102aに基づいて、システムは、以下に述べるステップ1115を実施することができる。ステップ1102aはまたステップ1110を含むことができる。ステップ1110にて、システムは、上述したユーザインタフェースとのユーザ相互作用によって、MSPの規定を得ることができる。

40

#### 【0103】

MCPの決定およびMSPの取得を含むステップ1102aに基づいて、システムは、ステップ1115を実施することができる。ステップ1115にて、システムは、アトラ

50

ス（または他の非患者）ボリュームと患者ボリュームを３次元的に整列させることができる。

【０１０４】

ステップ１１１５は、ステップ１１１１の一部とすることができる。ステップ１１０２ aの一部であるステップ１１１２はまた、ステップ１１１１の一部とすることができる。ステップ１１１２にて、システムは、ステップ１１００にて得られたＡＣ／ＰＣ規定に基づいてＡＣとＰＣとの距離を計算することができる。その計算は、解剖学的エリアと、種々の解像度の画像ピクセルとの間の、システムがそれによってプログラムされる既知の関係に基づくとすることができる。

【０１０５】

ボリュームが整列させられ、ＡＣ－ＰＣ距離が決定されるステップ１１１１に基づいて、システムは、ステップ１１２０にて、患者ボリュームにほぼ一致するよう、アトラス（または、他の非患者ボリューム）をスケーリングすることができる。

【０１０６】

以下は、スケーリングを実施するために使用することができる４つの例示的な方法である。

例示的な実施形態では、アトラスは、（ＭＣＰから全ての距離において同じ量だけ）直線的にかつ（全ての方向に同じ量だけ）等方的にスケーリングされる。

【０１０７】

例示的な実施形態では、アトラスは、直線的にかつ（異なる方向に異なる量だけ）異方的にスケーリングされる。この点に関して、アトラスの異方的スケーリングが、通常、等方的スケーリングに比べて、患者ボリュームに対するよりよい適合をもたらすことになることを本発明者等は発見した。

【０１０８】

例示的な実施形態では、アトラスは、（ＭＣＰから異なる距離において異なる量だけ）非直線的にかつ等方的にスケーリングされる。この点に関して、アトラスの非直線的スケーリングが、通常、直線的スケーリングに比べて、患者ボリュームに対するよりよい適合をもたらすことになることを本発明者等は発見した。

【０１０９】

例示的な実施形態では、アトラスは、非直線的にかつ異方的にスケーリングされる。

直線的かつ等方的なスケーリングを参照すると、例示的な実施形態では、アトラスは、ＭＣＰが所定場所にある状態で、右方向、左方向、前方向、後方向、下方向、および上方向を含む全ての方向に等しく伸張または収縮し、ついには、アトラスのＡＣとＰＣとの距離は、ＭＲ画像のＡＣとＰＣとの距離に等しくなる。

【０１１０】

しかし、上記方法が、患者の脳の大雑把なアトラスを提供することができるが、アトラスを異方的にスケーリングすることがしばしば有利であると判定された。たとえば、前方向および後方向に、すなわち、ＡＣとＰＣを接続する線にほぼ平行な方向に、他の方向より大きな程度にアトラスをスケーリングすることがしばしば有利である。したがって、例示的な実施形態では、上方向および下方向ならびに左方向および右方向へのスケーリングは、たとえば、前方向および後方向にアトラスがスケーリングされる量の約０．８倍までであることができる。たとえば、図１２に示すように、異方的スケーリングは、以下の倍率、すなわち、 $a = A P_{M R} / A P_A$ 、 $L R_{M R} = (0.8 * a + 0.2) * L R_A$ 、および $D V_{M R} = (0.8 * a + 0.2) * D V_A$ によるとすることができる。ここで、 $A P_X$ は前後方向の距離であり、 $L R_X$ は左右方向の距離であり、 $D V_X$ は上下方向の距離であり、 $X_{M R}$ は患者のＭＲ空間における距離であり、 $X_A$ はオリジナルのアトラス空間における距離である。０．８の倍率は、複数の患者において、前／後、左／右、および上／下方向のそれぞれにおける脳の長さ、ＡＣとＰＣとの距離とのそれぞれの比を調べ、次に、左／右比と前／後比との比および上／下比と前／後比との比を調べることで決定された。調査された９人の患者において、前／後距離とＡＣ－ＰＣ距離との比

10

20

30

40

50

が、 $6.07 \pm 0.66$ の平均 $\pm$ 標準偏差であり、左/右距離とAC-PC距離との比が、 $4.85 \pm 0.52$ の平均 $\pm$ 標準偏差であり、上/下距離とAC-PC距離との比が、 $4.84 \pm 0.42$ の平均 $\pm$ 標準偏差であることがわかった。したがって、左/右比と前/後比との比は $4.85 / 6.07 = 0.8$ であり、上/下比と前/後比との比は $4.84 / 6.07 = 0.8$ であった。

#### 【0111】

アトラスのACとPCとの距離および患者MRのACとPCとの距離が等しいかまたは実質的に等しいという可能性のために、0.2のオフセットを適用することができ、それにより、前/後方向にはスケーリングが必要とされず、その場合、0.2のオフセットは、他の方向にもスケーリングが実施されないことを実現することになる。

10

#### 【0112】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、異なる患者について異なる方向における脳の長さの比に関する情報で、経時的に更新されることができ、また、システムは、こうした更新された情報に従って異方的スケーリングを実施する倍率を再計算することができる。

#### 【0113】

先に述べたように、アトラスを非直線的にスケーリングすることが有益である場合があると同様に判定された。たとえば、システムは、MCPから小さい距離に比べて、MCPから大きい距離において、少ない程度だけアトラスをスケーリングすることができる（またはその逆もまた同じである）。さらに、アトラスを直線的にスケーリングするか、非直線的にスケーリングするかは、その方向に依存する場合がある。たとえば、アトラスを、前方向および後方向に直線的にスケーリングし、他の方向に非直線的にスケーリングすることができる。ここで、スケール量は、MCPからの距離に反比例する、すなわち、距離が大きくなればなるほど、スケール倍率は小さくなる。

20

#### 【0114】

例示的な実施形態では、システムは、アトラスのAC-PC距離と患者のAC-PC距離との差の関数として、また、スケーリングされるアトラスの座標とMCPの座標との距離の関数として、アトラスをスケーリングする予め規定された関数をプログラムされることができる。代替の例示的な実施形態では、MCP以外の異なる解剖学的ランドマークは、それに対して、距離が、測定され、スケーリングの程度を決定するために使用されるランドマークとして選択することができる。例では、システムは、たとえば、アトラスのAC-PC距離と患者のAC-PC距離との差の関数としてアトラスを直線的に最初にスケーリングし、非直線的スケーリングでアトラスを修正するための入力をそれによってユーザが提供することができるユーザインタフェースを提供し、そのユーザインタフェースは、たとえば、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願の図9および図10に関する、たとえば'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願に記載されるユーザインタフェースを使用する。

30

#### 【0115】

上記は、AC、PC、MSP、およびMCPに関して述べられたが、患者MRとアトラスの初期整列は、他のランドマークを使用して実施することができることが留意され、また、スケーリングがその周りで実施される、心出し用の位置合わせされた静止点がMCPとして上述されたが、スケーリングがその周りで実施される、位置合わせされた静止点として他のランドマークを使用される場合があることが留意される。たとえば、他のランドマークは、最も重要な解剖学的領域が、AC、PC、MCP、および/またはMSPが最も重要な部分でない脳の異なる部分のものである場合、または、刺激の焦点が脳以外の解剖学的領域である場合に使用することができる。

40

#### 【0116】

例示的な実施形態では、システムは、述べた方法でおよび/または述べた量でアトラスを自動的にスケーリングするための設定で事前構成することができる。例示的な実施形態

50

では、システムは、方向ごとにスケーリング値を入力するための、および/または、たとえば方向ごとに距離の関数としてスケーリング倍率を入力するためのユーザインタフェースを提供することができる。

【0117】

アトラスをスケーリングするための上記方法は、MR画像に関して述べられたが、方法は、同様に、他の撮像モダリティに適用することができる。たとえば、CTがMRに位置合わせされ、ACおよびPCがCTに位置合わせされた後、アトラスがCTに整列され、アトラスのスケーリングがCT画像に対して行うことができる。

(自動化アトラス位置合わせ)

(頭骸骨削除がある場合またはない場合の剛体位置合わせ、アフィン位置合わせ、およびBスプライン位置合わせ)

本発明の例示的な実施形態では、患者アトラスは、患者画像内の識別される点、たとえばAC、PC、MCP、MSPを使用することなく自動的に生成することができる。この方法によれば、上述した、ユーザがMSP、AC、およびPCを識別するためのステップを省略することができる。

【0118】

システムは、患者母集団の複数のMRおよびそれらのMRについて生成される対応するアトラスを記憶することができる。例示的な実施形態では、システムは、患者母集団のMRに対応する個々のアトラスの平均であるアトラスをさらに記憶することができる。例示的な実施形態では、システムは、患者母集団MRの複数の部分集合のそれぞれについて、それぞれの平均アトラスをさらに記憶することができる。部分集合は、疾病指標および/または損傷などの患者の状態、患者の年齢、患者の性別、患者の身長、患者の体重、総合脳サイズ、ターゲットVOA、および/またはMRスキャンタイプ(たとえば、T1またはT2)を含むメトリックの群から選択される1つまたは複数のメトリックによってMRをグループ化することによって形成することができる。

【0119】

システムは、患者MRに対する自動位置合わせのために記憶されたアトラスのうちの1つのアトラスを選択することができる。その選択は、疾病指標および/または損傷などの患者の状態、患者の年齢、患者の性別、患者の身長、患者の体重、総合脳サイズ、ターゲットVOA、および/またはMRスキャンタイプ(たとえば、T1またはT2)を含むメトリックの群から選択される1つまたは複数のメトリックの比較に基づくことができる。

【0120】

患者母集団MR(複数可)の選択のためにターゲットボリュームが使用される実施形態によれば、複数のターゲットボリュームが存在する場合、システムは、ボリュームの平均または重み付き平均を使用することができる。選択のための基礎として使用するのがどのターゲットボリュームかおよび/または種々のボリュームの重みは、手動で選択することができる、または、たとえば、患者の疾病状態を処置するための各ターゲットボリュームの重要性に基づいて自動的に選択することができる。

【0121】

選択は、代替的にまたは付加的に、MERデータに基づくことができる。たとえば、患者のMR画像に最もよく一致するMERデータに関連付けられた、記憶されたMR画像に対応するアトラスを選択することができる。MERデータは、画像間の類似度を決定する相互情報アルゴリズムの結果以外に考えられる因子とすることができる。たとえば、MERデータおよび相互情報などの異なる因子を重み付けする関数を、類似度を決定するために使用することができる。

【0122】

例示的な実施形態では、システムは、先に詳述した因子に基づいて患者母集団の部分集合を選択し、次に、その部分集合の平均アトラスを選択することができる。

例示的な実施形態では、システムは、患者母集団の全ての平均アトラスを常に選択することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 3 】

代替の例示的な実施形態では、平均アトラス、たとえば、患者母集団の全ての平均アトラスまたは患者母集団の特定の部分集合の平均アトラスは、患者母集団の記憶されたどの1つのMR画像も、患者のMR画像に十分に類似していると判定されない場合、および/または、MERデータおよび/または他の使用される因子が十分に類似しない場合にだけ、選択することができる。

## 【 0 1 2 4 】

システムは、次に、アトラスが位置合わせされた、選択された患者母集団MARを患者MR画像にワープして、1つまたは複数の画像位置合わせプロセスを使用して患者固有のアトラスを得ることができる。次に、相互情報アルゴリズムが使用されて、位置合わせプロセスによって、アトラスがどれほどうまく修正されたかを判定することができる。

## 【 0 1 2 5 】

例示的な実施形態では、システムは、剛体位置合わせを使用して、選択されたアトラスを患者MR画像に位置合わせすることができる。剛体位置合わせは、アトラスの回転および/または並進を含むが、スケーリングを含まない。

## 【 0 1 2 6 】

代替の例示的な実施形態では、システムは、より精密なアトラス位置合わせを生成する、本発明者等が発見した変換方法を実施することができる。方法は、患者母集団MRの剛体位置合わせを実施し、それに続いてアフィン位置合わせを行うことを含む。アフィン位置合わせは、タイプ $x \rightarrow Ax + b$ の修正を含むことができる。ここで、 $Ax$ は線形変換であり、 $+b$ は並進を指し、かつ/または、並進、回転、スケーリング、および/またはせん断変換を含むことができる。アフィン位置合わせは、たとえば、非線形性および異方性が上述したようなものである場合、患者母集団MRの非線形および/または異方性修正を含むことができる。剛体位置合わせは、より複雑なアフィン位置合わせを実施するためのよりよい出発点を提供するために最初に実施することができ、アフィン位置合わせだけの実施に比べてより速くかつより正確な位置合わせを可能にする。剛体位置合わせに続くアフィン位置合わせの実施は、通常、剛体位置合わせだけが実施される場合に比べてより正確な患者アトラスを提供することを本発明者等は発見した。

## 【 0 1 2 7 】

代替の例示的な実施形態では、システムは、さらにより精密なアトラス位置合わせを生成する、本発明者等が発見した変換方法を実施することができる。その方法は、剛体位置合わせを実施し、上述したように、それに続いてアフィン位置合わせを実施し、それに続いてBスプライン位置合わせを実施することを含む。代替的に、Bスプライン位置合わせは、アフィン位置合わせの前に実施することができる。Bスプライン位置合わせは、たとえば、非線形性および異方性が上述したようなものである場合、患者母集団MRの非線形および/または異方性修正を含むことができる。アフィン位置合わせは、患者母集団画像および目下の患者画像に全体として作用することができ、一方、Bスプライン位置合わせは、画像のより小さなサブボリュームに作用することができる。剛体位置合わせは、より複雑なアフィンおよびBスプライン位置合わせを実施するためのよりよい出発点を提供するために最初に実施することができ、アフィンおよび/またはBスプライン位置合わせだけの実施に比べてより速くかつより正確な位置合わせを可能にする。さらに、オリジナルの患者母集団画像に関して直接実施されるBスプライン位置合わせアルゴリズムは、類似性が低過ぎる画像を分解できない場合があるため、失敗することになる可能性(chance)が存在する。

## 【 0 1 2 8 】

代替の例示的な実施形態では、システムは、さらにより精密なアトラス位置合わせを生成する、本発明者等が発見した上述した位置合わせの変形を実施することができる。その方法は、患者の頭骸骨に対応する画像の部分を最初に除去すること、その後、上述した位置合わせ方法、すなわち、剛体、剛体+アフィン、または剛体+アフィン+Bスプラインのうちの1つを実施することを含む。頭骸骨は、位置合わせプロセスに関連しないとする

ことができる。頭骸骨データの除去は、アルゴリズムが、より大きなパーセンテージの関連情報に変換を基づかせることを可能にすることになる。

【0129】

精密な位置合わせを得るために、頭骸骨削除、剛体位置合わせ、アフィン位置合わせ、およびBスプライン位置合わせの組合せを実施することが有利であるが、例示的な実施形態では、たとえば、使用しているデバイスの処理能力に応じて、処理負荷を減少させるために、頭骸骨削除、アフィン位置合わせ、およびBスプライン位置合わせの1つ、いくつか、または全てを省略することが有利である場合がある。

【0130】

したがって、図13を参照すると、本発明の例示的な実施形態では、システムは、ステップ1300にて、頭骸骨を表すと判定された画像データを患者のMR画像から除去することができる。たとえば例示的な実施形態においてステップ1300に続いて実施することができるステップ1302にて、システムは、各アトラスが位置合わせされた患者母集団画像のリポジトリから患者母集団画像を選択することができる。ステップ1304にて、システムは、剛体位置合わせを実施して、頭骸骨削除済み患者画像に適合するよう、選択された患者母集団画像、たとえば、MRをワーブすることができる。ステップ1306にて、システムは、その後、こうしてさらにワーブされた患者母集団画像のアフィン位置合わせを実施して、頭骸骨削除済み患者MRによりよく適合するよう、画像をさらにワーブすることができる。ステップ1308にて、システムは、その後、こうしてさらにワーブされた患者母集団画像のBスプライン位置合わせを実施して、頭骸骨削除済み患者MRによりよく適合するよう、画像をさらにワーブすることができる。

【0131】

本発明の代替の例示的な実施形態では、1つまたは複数の述べた位置合わせおよび/または頭骸骨削除プロシーダを適用する1つの患者母集団画像だけを最初に選択する代わりに、システムは、患者母集団画像の、2つ以上、たとえば、全てまたは全てより少なく含む部分集合を最初に選択することができる。患者母集団画像の全てより少なく含む部分集合が選択される実施形態によれば、部分集合を、上述した画像選択因子に基づいて複数から選択することができる。システムは、上述した位置合わせおよび/または頭骸骨削除機構を、選択された画像の部分集合の全てに適用することができる。

【0132】

システムは、その後、患者固有のアトラスを得るために、画像のワーブ済みバージョンを平均することができる。

代替的に、システムは、選択された患者母集団画像のワーブ済みバージョンの重み付き平均を決定することができる。重みを決定するために、システムは、アトラスがそれに対応する各患者母集団画像と患者画像との間の類似度を決定し、類似度の決定に基づいて、患者母集団画像が、最終的なアトラス位置合わせに寄与すべきである程度を決定することができる。たとえば、このために、画像間の類似度を決定する相互情報アルゴリズムを実施することができる。

【0133】

例示的な実施形態では、画像比較アルゴリズムを、完全に、または、ターゲット領域に対応する領域において主に実施することができる。すなわち、位置合わせされる画像が全体として類似していない場合でも、位置合わせされる画像が、関連領域で類似する場合がある、また、その逆もまた同じである。さらに、種々のターゲット領域をランク付けすることができる、より高い重みはより高くランク付けされたターゲット領域に与えられる。全体的な類似度スコアは、重み付けによって修正された、種々のターゲット領域および/または残りの領域の類似度に基づいて計算することができる。全体的なスコアを、対応する患者母集団画像が最終的な患者アトラスに寄与する程度を決定するために使用することができる。例示的な実施形態では、全体としての画像の全体的な画像類似度を、さらに、類似度スコアを生成するための方程式に因数分解することができる。

(特徴抽出)

代替の例示的な実施形態では、たとえば、上述した因子に基づいて選択される、選択されたアトラスは、次の通りにMR画像に位置合わせされる。最初に、システムは、MR画像内の予め規定されたある表面、たとえば、心室および/または視床の表面を見出す。たとえば、こうした表面は、アトラスの対応する予め規定された構造に対する一致を見出すパターンマッチングアルゴリズムを実施することによって、システムによって見出されることができる。システムは、次に、たとえば、ワーブされた3次元アトラス構造が、MR内の識別された表面領域を少なくとも近似するように、アトラス内の対応する予め規定された表面を、MR画像の識別された表面に自動的にワーブさせる。システムは、次に、予め規定された表面に対応する領域のワーブ操作に付随してアトラスの残りの部分をワーブさせることができる。

10

#### 【0134】

たとえば、システムは、患者スキャンの3Dデータとアトラスの3Dデータとの差を最小にする3D位置合わせアルゴリズムを使用することができる。たとえば、1つのこうした位置合わせは、コンフォーマル構造および球薄板スプラインを使用する非剛体被検者間脳表面位置合わせを含むことができる。しかし、他の適宜に適切な位置合わせを、代わりに実施することができる。残りの部分は、たとえば、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願の図9および図10に関する、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願に記載される、付随的なワーブ操作方法に従って、付随して自動的に修正することができる。そのため、図14を参照すると、本発明の例示的な実施形態によれば、システムは、ステップ1400にて、患者スキャン内で予め規定された3次元表面領域を見出すことができる。ステップ1402にて、システムは、患者スキャンの識別された表面領域に位置するよう、アトラスの対応する表面領域をワーブさせることができる。ステップ1404にて、システムは、予め規定された表面のワーブ操作に付随してアトラスの残りの領域の部分をワーブさせることができる。

20

#### 【0135】

代替的に、表面の自動位置合わせは、全体としてアトラスに適用する全体的なスケールリング/並進/回転行列を決定することができる。例示的な実施形態では、表面の自動位置合わせに基づいて、適用する行列を決定するために、位置合わせされる表面の異なる表面が、行列の計算において異なるように重み付けされることができる。たとえば、位置合わせされる表面のある表面は、アトラス位置合わせの決定において他の表面より重要であると考えられ、行列の決定においてより大きな重み付けをその表面に適用するよう設定されることができる。例示的な実施形態では、重み付けは、患者に応じて、たとえば、患者の状態および/または患者について刺激のために狙われる領域に応じて変動する場合がある。(異なる領域は、同様に、別の画像に位置合わせされるよう1つの画像を修正するための行列を決定するために異なるように重み付けされることができる。)

30

代替の例示的な実施形態では、システムは、患者画像、たとえばMR画像内で、予め規定された表面を識別し、その表面を視覚的に分離することができる。ユーザは、ユーザインタフェースを使用して、アトラスおよびMR画像の一方がアトラスおよびMR画像の他方にオーバーレイする位置でアトラスをMR画像に整列させることができる。システムは、たとえば、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願の図9および図10に関する、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願に記載される方法に従って、MR画像内で識別される表面の位置に少なくともほぼ対応させるよう、アトラスの表面領域をユーザがそれによってシフトすることができるアトラス修正コントロールを提供することができる。残りの部分は、たとえば、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願の図9および図10に関する、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願に記載される方法に従って、付随して修正することができる。代替的に、ユーザの入力によって規定される表面の位置合わせは、全体としてアトラスにシステムが自動的に適用することができ

40

50

る、全体的なまたは局所的なスケーリング / 並進 / 回転行列を決定することができる。

#### 【 0 1 3 6 】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、本明細書で述べた方法に従ってまたは任意の適宜に適切な方法に従って、アトラスが画像に対してどのように位置合わせされるべきか（または、2つの画像が互いにどのように位置合わせされるべきか）を自動的に決定することができる。ユーザが手動位置合わせを実施するとき、システムは、自動的に決定される位置合わせと比較することによって、アイテムがどれほどうまく位置合わせされたかの指標を出力することができる。ユーザは、その指標を無視できる、または、その指標に基づいて位置合わせをさらに修正することができる。こうしたさらなる修正に応答して、システムは、位置合わせの正確さの程度の出力指標を更新することができる。例示的な実施形態では、複数のこうした指標を、解剖学的に重要な各領域についてそれぞれ出力することができる。こうした出力について重要であると考えられるこれらの領域は、患者に依存する、たとえば、患者の状態および / または刺激のために狙われる患者の領域に基づく場合がある。例示的な実施形態では、ユーザは、こうした出力がそれについて提供されるべきである領域を入力することができる。例示的な実施形態では、異なる領域を、異なるビューで表示することができ、また、ビューの1つまたは複数、たとえば、それぞれにおいて、表示される領域に関連する指標を出力することができる。

10

（術後画像を使用したリードタイプおよび半球の自動決定）

システムは、CT、MR、または別の撮像モダリティの画像を解析して、1本のリード線だけが存在するか、2本以上のリード線が存在するかを含めて、リード線がどこに位置するかを決定する。1本のリード線だけが存在する場合、システムは、リード線が左半球にあるか、右半球にあるかを判定し記録する。システムは、術後画像内の特定のパターンに対する一致を探索することによって、埋め込まれたリード線の数およびタイプを識別することができる。これは、ユーザインタフェースによってユーザに提供するプログラミングインタフェースの正しい数、たとえば、1リード当たり1つのプログラミングインタフェース、および、プログラミングを実施するときに適用する正しい刺激フィールドモデルを決定するのに有用である場合がある。リード線のタイプおよび場所はまた、何本のリード線が埋め込まれているか、または、リード線がどこに位置しているかをユーザが知らないときに、ユーザの観点から有用である場合がある。例示的な実施形態では、この情報は、画像解析の終りに確認ステップとしてユーザに出力することができる。

20

30

#### 【 0 1 3 7 】

例示的な実施形態によれば、リード線のタイプおよび / または場所は、一連のCT画像スライスを1枚ずつ見て、リード線によって生成される画像特徴部の変化を追跡することによって決定することができる。その決定は、たとえば、頭骸骨の輪郭およびリード線の描写だけ、または、実質的にそれだけを残すことになる飽和したデータ以外のCTデータの全てを除去することによって行われうる。頭骸骨の輪郭は、たとえば、リード線用の予想される近似形状に一致しないため、システムによって無視されうる、かつ / または、頭骸骨としてシステムによって記録されうる。

#### 【 0 1 3 8 】

図15は、アキシャルビューで撮影したCTスライスを示す一連の画像1500A ~ 1500Dを示す。各スライスは、脳の輪郭1550および1つまたは複数のリード線1500を含むことができる。実際のCTに関して、脳構造は、一般に、脳輪郭1550の内部のダークエリアに対応し、一方、リード線1500は、ホワイトドットとして示す傾向がある。これは、周囲の脳組織と比較してリード線の密度が異なる、すなわち、リード線は脳組織よりずっと密であるからである。さらに、頭骸骨もまた脳より密であるため、頭骸骨輪郭を無視することは、リード線の区別を容易にする場合があることが認識されるであろう。

40

#### 【 0 1 3 9 】

スライスが1500Aから1500Dに進むにつれて、リード線1500は、断面が変動する、たとえば、先端に向かって径が減少する場合がある。図15は、スケーリングさ

50



れていないが、リード線の表現のサイズがスライス間で変動しうることを一般に示すことを意図されることが留意される。最終的に、リード線 1 5 0 0 に対応するドットはそれぞれ、サイズが減少して、リード線のまさに先端に近い場所に対応するスライスにおいて点を形成し、その後、後続のアキシャル画像スライスから完全に消える。そのため、先端の場所は、それぞれの各リード線が点を形成するスライス（複数可）に対応するものであるとして決定することができる。さらに、システムは、スライスからスライスにリード線の断面がどのように移動するかに基づいてリード線の軌道を決定することができる。たとえば、軌道を示すために各ドットの中心を接続する方向性ベクトルを計算することができる。

#### 【 0 1 4 0 】

リード線が、アキシャルビューにおいてドットとして示されるものとして述べられたが、サジタルビューおよびコロナルビューは、リード線が通過するスライスにおけるリード線を示すドット以上のものを有する場合があることが理解されるであろう。たとえば、図 1 6 は、サジタルビューにおける C T スライスを示す一連の画像 1 6 0 0 A ~ 1 6 0 0 D を示し、リード線断面は実質的に円柱とすることができる。リード線の軌道および / または形状に応じて、リード線の異なる部分が、各サジタルスライス内に示される。そのため、スライス 1 6 0 0 C は、リード線 1 6 1 0 の最先端部分だけを示し、スライス 1 6 0 0 B は、リード線 1 6 1 0 の全長を示す。リード線は、先に述べたように別々に検出することができる頭骸骨に関連して位置付けされうる、または、アトラスが位置合わせされる M R に対する C T の位置合わせによって決定される脳の他の解剖学的領域に対して位置付けることができる。

#### 【 0 1 4 1 】

システムはまた、リード線のタイプを自動的に決定することができる。たとえば、異なるリード線は異なる長さを有することができる。システムは、そのそれぞれの長さに関連付けられたリード線のタイプのデータベースを含むことができる。システムは、リード線が現れるアキシャルスライスの数に基づいて、および / または、コロナルスライスおよび / またはサジタルスライス内のその長さに基づいて、リード線の長さを計算することができる。システムは、リード線の検出された長さに最も近い、関連付けられた長さを有するリード線のタイプを見出すことによってタイプを決定するためにデータベースを検索することができる。代替的に、データベースは、変動する径に基づいてリード線のタイプに関連付け、記憶されたリード線のタイプに対して最もよく一致する径を有するタイプを見出すことができる。

#### 【 0 1 4 2 】

代替の例示的な実施形態では、システムは、パターンマッチングアルゴリズムに基づいてリード線のタイプを決定することができる。たとえば、システムは、それぞれの別個のパターンに関連付けられたリード線タイプをデータベースに記憶することができる。各リード線タイプは、3 つのビューの 1 つまたは複数のビューにおいて異なる断面形状を有する場合がある。たとえば、単一の無方向性接点を有するリード線のアキシャル断面は、3 つの方向性接点を有するリード線のアキシャル断面から容易に区別される。システムは、C T において検出されたリード線のパターンを、記憶されたパターンと照合し、最もよく一致するパターンに関連付けられたデータベース内のリード線タイプとしてリード線を識別することができる。C T 検出リード線パターンは、実際のリード線の輪郭と異なる場合があることが留意される。すなわち、C T 画像は、実際の輪郭に対する直接比較が可能でないような画像アーチファクトを含む場合がある。予想される C T 検出パターンは、たとえば、既知のリード線タイプを含む C T 画像の対応するスライスを共に平均することによって生成することができる。したがって、システムは、輪郭ではなく予想される検出パターンをデータベースに記憶することができる。代替的に、輪郭を記憶することができ、パターンマッチングアルゴリズムは、検出パターンを、記憶された輪郭についての予想される検出パターンと照合することができる。すなわち、アーチファクト作用の効果がわかっている場合があるため、アーチファクト検出パターンを比較するとき、システムは、考え

10

20

30

40

50

られるアーチファクト作用を考慮することができる。

【0143】

代替の例示的な実施形態では、リード線タイプ間で幾何学的に異なるマーカをリード線上に設置することができる。システムは、幾何学的マーカを検出し、それぞれのリード線タイプと関連付けてデータベースに記憶したマーカと照合して、リード線タイプを決定することができる。幾何学的マーカの検出および照合は、3次元ボリュームを使用して実施することができる。たとえば、システムは、異なるタイプのリード線についての複数の3次元描写をデータベースに記憶することができる。システムはまた、たとえば、少なくとも幾何学的マーカを含むリード線の部分について、撮像されたリード線の3次元描写を生成することができる。記憶された描写は、その後、生成された描写と比較されて、描写間の適合の程度を決定することができる。

10

【0144】

例示的な実施形態では、記憶された描写は、生成された描写の上にオーバーレイされ、適合の程度は、描写間のオーバーラップの程度を計算することによって決定される。たとえば、システムは、撮像されたリード線が、記憶されたリード線描写のタイプと同じタイプのものであり、それぞれの描写の閾値量が他の描写によってオーバーラップされていると、システムが結論付けることができる。

【0145】

代替の例示的な実施形態では、非電極マーカが、隣接する電極に対して異なる距離の異なるリード線上に位置決めされる。システムは、その最も近くの電極からのマーカの距離を検出することができる。システムは、検出された距離を、各リード線タイプにそれぞれが関連付けられた、データベース内の記録された距離と照合することができる。

20

(位置合わせ済みCT画像と軌道と深さ情報に基づいてリード線を自動的に位置付ける)

本発明の例示的な実施形態では、システムは、(1)リード線の埋め込み前に撮影されるCT画像であって、解剖学的構造を認識することができるMR画像に対して位置合わせされる、CT画像と、(2)たとえば臨床医によって入力される情報であって、(a)リード線の挿入のために使用される頭部フレームのリングおよびアーク角度、(b)リード線挿入の深さ、および/または(c)使用されるリード線を示す、情報とに基づいてリード線の場所を自動的に識別することができる。(a)、(b)、および(c)などの情報は、通常、手術前プランニング中に入力され、また、たとえば手書きメモとして格納されるか、あるいは、臨床医アクセス可能なデータベースまたはCD-ROM、DVD、フラッシュメモリなどのメモリデバイスに記憶される。情報、たとえば新しいリード線タイプ、入口点、または軌道を、手術プランに対する変更に基づいて手術中に更新することもできる。手術後、情報を、電子メール(電子メールの本文内にまたは添付ファイルとして)、無線伝送、インターネットを使用してシステムに入力することができる、または、可搬型コンピュータ可読記憶媒体の場合、DVDドライブなどの媒体読取り器によって物理的に転送することができる。システムは、どのリード線が使用されたかに関する情報に基づいてリード線の長さを決定することができる。代替的に、挿入深さ情報が、リード線の下部先端が解剖学的構造に貫入する深さの尺度である場合、システムは、リード線タイプに関する情報なしでその決定を行うことができる。

30

40

【0146】

たとえば、手術プランニングステージにおいて、リード線軌道を選択することができる。軌道は、リード線が脳に埋め込まれるためのであり、図17に示すように、頭部フレーム、たとえば頭部フレーム1700を基準とすることができる。頭部フレーム1700は、アキシャル脳スライスにほぼ平行な平面内に延在するリング1710を含むことができる。頭部フレームは、リング1710に取付けられたアーク1720をさらに含むことができる。アーク1720は、リング角度を変更するためにリング1710の周りで回転し、挿入ガイドは、アーク角度を変更するためにアーク1720に沿ってシフトされる。リング角度とアーク角度の組合せは、プランニングされる軌道1730を規定することができる。こうした情報は、リード線の場所を決定するために、軌道情報としてシステムによって

50

使用されることができる。

【0147】

例示的な実施形態では、患者の頭部に対して頭部フレームを位置付けるため、頭部フレームが患者の頭部にそれによって取付けられるネジが患者の頭部に（たとえば、頭部の特定の参照点で）挿入された後に撮影されたCT画像を、MR画像に位置合わせすることができる。ネジの場所に基づいて、頭部フレームの位置、したがって、その軌道が、MR画像およびその含まれる脳構造に対する頭部フレームの角度によって規定されるリード線の位置がわかる。示すために、図17では、システムは、臨床医によって入力される挿入深さおよび軌道1730に基づいて、リード線1740の長さおよびその先端1750の場所を計算することができる。システムは、次に、位置合わせされたCT画像に対するリード線1740についての座標の集合、たとえば、リード線先端に対応するCT画像空間座標およびリード線シャフトに沿う位置を計算することができる。

10

【0148】

本発明の例示的な実施形態では、アーク角度およびリング角度ならびにリード線の端点についてのターゲット場所は、画像位置合わせシステムおよび/またはモジュールに直接、ならびに/または、刺激プログラミングシステムおよび/またはモジュールに直接、ユーザ入力されることができる。代替の例示的な実施形態では、先の述べたように、アーク角度およびリング角度ならびにリード線の端点についてのターゲット場所は、リード線を埋め込むための手術をプランニングし行うために使用される外科埋め込みモジュールに入力され、画像位置合わせおよび/またはプログラミングシステムおよび/またはモジュールにインポートされることができる。代替的に、外科埋め込みモジュールにおいて得られるこうした情報に基づいて、システムは、リード線の座標を記録することができる。こうした座標情報は、たとえば、刺激プログラミングモジュールによってインポートされ、脳の解剖学的構造に対して位置決めされたリード線のモデルを生成するためにモデルによって使用される場合がある。こうして、リード線座標は、手術が行われた後にシステムにその後入力される情報に基づいて外挿される必要がない。代わりに、その情報は、早い時点から、たとえば、プランニング中にシステムに利用可能にされる。CT画像を、外科埋め込みモジュールによってMR画像に位置合わせすることができる、または、たとえば、上述した方法を使用して、CT画像をMR画像に位置合わせするためにプログラミング（および/または位置合わせ）モジュールによってインポートすることができる。（アトラスを、たとえば、上述した方法を使用して同様にMR画像に位置合わせすることができ、それにより、リード線モデルを、アトラス特徴部に対して位置決めすることができる。）

20

30

（方向的な自動リード位置付け）

例示的な実施形態では、システムは、リード線が位置決めされる解剖学的領域における患者のCT画像内に形成される形状の解析によってリード線の回転位置を自動的に決定することができる。リード線タイプの自動決定に関連して上述した幾何学的マーカの使用はまた、リード線の方向性の決定を容易にすることができる。たとえば、幾何学的マーカは、別個のCTパターンを生成することができるため、そのパターンは、単一の方向、たとえば、CT画像上でリード線断面の外周に沿う点を示す。本発明のシステムと共に使用することができる例示的な幾何学的マーカは、図24Aおよび図24B、図25Aおよび図25Bに関連して、330号出願に記載される。図24Aおよび図24Bでは、リード線は、互いに対してシフト（たとえば、回転またはオフセット）されうる一対の窓を含む。図25Aおよび図25Bならびに図26では、三角形マーカバンドが、リード線電極の配向を決定するための方向性参照を提供するために使用される。他の例示的なマーカは、リード線の1つの面を長手方向に下に延在するストリップを含み、こうしたストリップは、たとえばストリップのそれぞれの端部でまたは端部の近くでリード線の周りに延在する外周バンドを有する。こうした外周バンドは、リード線に関するマーカの適切な整列のために、製造の容易さのために設けることができる。

40

【0149】

例示的な実施形態では、回転場所を、異なるCT画像スライス内で形成される複数の形

50

状を比較することによって自動的に決定することができる。比較される形状を、アキシャルＣＴスライス内で形成することができる。しかし、観察軸のうちの任意の観察軸からのスライスを、同様の方法で使用するすることができる。

#### 【０１５０】

複数の形状を比較するとき、形状のうちの１つの形状は、幾何学的マーカ、たとえば非電極要素とすることができ、形状のうちの別の形状は、電極要素とすることができ。たとえば、図１８は、３つの電極１８１０／１８１２／１８１４が、たとえば互いから等距離にリード線の外周の周りに配列されるリード線１８００のアキシャルＣＴスライスを示す。図１９は、同じリード線１８００の異なるアキシャルＣＴスライスを示す。図１９の断面は、たとえば、図１８の断面が対応する部分に比べて、先端から遠い部分に対応することができる。非電極要素１９１０を、以下に示すようにリード線の異なるレベルに配列することができる。非電極要素を、電極と同じ材料で作ることができる。たとえば、非電極要素は、ダミー電極としても知られる、未接続でかつ機能しない電極とすることができる。図２１は、長手方向軸に沿うリード線１８００の例示的なプロファイルビューを示す。図１８のＣＴスライスを線Ａ－Ａに沿って切り取り、図１９のＣＴスライスをＢ－Ｂに沿って切り取ることができる。

#### 【０１５１】

図２１に示すように、非電極要素１９１０は、電極要素１８１２に回転して一致する突出部１９１２を含む。突出部１９１２は、リード線の本体と実質的に同一平面上にある非電極要素１９１０の残りの部分と対照的に、非電極要素１９１０上で区別の目安の特徴部として役立つ。非電極要素１９１０は、リード線の中心長手方向軸の周りに回転して位置決めされ、それにより、３つの電極１８１０／１８１２／１８１４の回転位置に一致する。３つの電極１８１０／１８１２／１８１４によって引起されるアキシャルＣＴ画像スライス内のアーチファクトは、三角形に似た形状であって、３つの顕著な主要な頂点を有し、それぞれが各電極の中心にほぼ対応する、三角形に似た形状である場合がある。非電極要素１９１０によって引起されるアキシャルＣＴ画像スライス内のアーチファクトは、互いに対向する２つの顕著な頂点を含む卵に似た形状を有する場合がある。頂点のうちの１つの頂点は突出部１９１２に対応し、一方、他の頂点は反対方向に延在する。中心軸に関する非電極要素１９１０の回転配向のせいで、また、中心軸に関する電極１８１０／１８１２／１８１４の回転配向のせいで、３つの電極１８１０／１８１２／１８１４の描写を含むアキシャルスライスおよび非電極要素１９１０の描写を含むアキシャルスライスが整列すると、図２０に示すように、非電極要素１９１０のスライスの２つの主要な頂点のうちの１つの頂点は、三角形に似た形状の頂点のうちの１つの頂点（電極１８１２に対応する頂点）に対応することになり、一方、２つの主要な頂点のうちの他の頂点は、三角形に似た形状の頂点のうちのどの頂点にも対応しないことになる。

#### 【０１５２】

したがって、システムは、頂点のオーバーラップを識別することによって非電極が整列する電極を識別することができる。電極の識別に基づいて、システムは、ターンオンするのがどの電極かおよび／または刺激のために各電極に印加される各振幅を適切に設定および／または制御することができる。たとえば、システムは、どの電極がそれぞれのどの解剖学的領域に向いているかを決定することができ、相応して、意図されるＶＯＡを生成するために正しい方法で正しい電極を動作させることができる。同様に、システムは、患者の解剖学的構造に対してリード線を正しく回転してモデル化することができるため、臨床医は、種々の解剖学的領域に対する電極の位置に従って、電極の特定の電極に関連付けられた刺激パラメータを正しく入力することができる。

#### 【０１５３】

代替の例示的な実施形態では、それぞれの主要な頂点が整列する場所を調べるために２つのアーチファクトを比較する代わりに、システムは、２つのアーチファクトをオーバーラップさせることによって２つのアーチファクトを単一のアーチファクトに結合することができる。システムは、次に、記憶されたパターンに対して、結合されたアーチファクトの

パターンマッチングを行うことができる。電極の回転位置を、記憶されたパターンに対して識別することができる。結合されたＣＴアーチファクトを、記憶されたパターンに整列させることによって、システムは、整列された結合済みＣＴアーチファクトに対してパターンの回転位置識別を適用し、それにより、電極のそれぞれの回転場所を識別することができる。

#### 【０１５４】

代替の例示的な実施形態では、非電極要素が電極の構造と同様の構造を持つ代わりに、ストリップが、リード線の１つの面を長手方向に下に延在することができ、単一点を有するＣＴアーチファクトを引起す。ストリップのいずれかの面の電極、したがって、同様に任意の残りの電極を識別することができる。

#### 【０１５５】

本発明の例示的な実施形態では、システムは、ユーザ設置式マーカをそれによって得るためのユーザインタフェース、および／または、ユーザ入力式場所情報であって、リード線の位置および配向を決定するためにシステムが、その後使用することができる、ユーザ入力式場所情報を提供することができる。ユーザは、リード線の先端の場所、リード線のシャフト上の点、および方向性マーカが位置する点を手動で選択することができる。たとえば、これらのランドマークは、表示画像においてユーザが認識可能であるとしてすることができる。ユーザは、リード線先端の中心に対応するアキシャル画像スライスの領域にマーカを設置する、またはそうでなければ、その領域を選択することができ、また、ユーザは、シャフトの１つの部分の中心に対応するアキシャル画像スライスの領域にマーカを設置する、またはそうでなければ、その領域を選択することができる。ユーザは、リード線が位置する領域に対応するコロナルまたはサジタル画像スライスの領域にマーカを設置する、またはそうでなければ、その領域を選択することができる。システムは、次に、患者の解剖学的ボリュームの描写内にユーザ設置式マーカに従ってリード線のモデルを表示することができる。

（外部ソースから患者データをインポートする）

脳画像（埋め込み前および／埋め込み後）などの患者データ、臨床メモ、リード線識別情報、解剖学的構造識別情報（たとえば、ＡＣ、ＰＣ、ＭＣＰ、およびＭＳＰの場所）、および刺激プログラミング設定は、外部ソースからメモリデバイス上に記憶されることができ、画像位置合わせモジュールおよび／または刺激プログラミングモジュールによって読取られることができる。位置合わせモジュールは、異なる画像をそれによって互いに位置合わせすることができるユーザインタフェース内に画像を表示することができる。刺激プログラミングモジュールは、画像および画像上にオーバーレイされた推定済みＶＯＡを表示することができる。本発明による例示的なシステムは、図２２に示され、手術プランニングシステム２２１０、プログラミングおよび位置合わせシステム２２２０、および埋め込み型パルス発生器（ＩＰＧ）２２３０を含む。各コンポーネント２２１０／２２２０／２２３０は、コンポーネントの任意の他のコンポーネントと双方向通信状態にあるとすることができる。手術プランニングシステム２２１０は、手術プランニングモジュール２２１２を含むことができる。プログラミングおよび位置合わせシステム２２２０は、刺激プログラミングモジュール２２２２および画像位置合わせモジュール２２２４を含むことができる。モジュール２２１２／２２２２／２２２４のそれぞれを、他のモジュールまたはデータと共に各デバイスのメモリに記憶することができる。

#### 【０１５６】

図２２の例示的なシステムでは、手術プランニングシステム２２１０は、外部ソースを構成することができる。たとえば、患者画像を、ＣＤ－ＲＯＭ上に保存することができる。患者画像のバックアップコピーを、手術プランニングシステム２２１０内のデータベースに記憶することができる。患者は、退院した後、別の医療施設、たとえば、プログラミングおよび位置合わせシステム２２２０に対応する施設において後に使用するため、ＣＤ－ＲＯＭを備えることができる。代替的に、臨床医は、インターネット、電子メール、プライベートコンピュータネットワークなどを介して患者画像をプログラミングおよび位置合

せシステム 2 2 2 0 に直接送信することができる。

【 0 1 5 7 】

代替の実施形態では、モジュールのそれぞれは、単一デバイス内に同時に位置することができる。例証のために、手術プログラミングシステム 2 2 1 0 は、プログラミングおよび位置合わせシステム 2 2 2 0 の外部にあるものとして図 2 2 に示した。しかし、外部デバイスは、患者画像の任意の外部ソースとすることができ、また、たとえば、同じシステムの一部でない、他のプログラミングデバイスおよび / または他の手術プログラミングデバイスを含むことができる。

【 0 1 5 8 】

メモリデバイスは、S D カード、C D などとすることができる。画像を、ネットワークを介して、たとえば、W i F i、ブルートゥース、有線などを使用して転送することができる。

(手術プログラミングシステムとプログラムシステムとの間の統合)

手術プログラミングシステムおよびプログラムシステムが、たとえば図 2 2 に示すように、別々のシステムである実施形態では、術中に入力される情報を含む、手術プログラミング中に入力される情報を、後に、プログラミングシステムにエクスポートすることができる。たとえば、患者の脳の解剖学的構造の座標およびリード線の座標に関する情報を含むファイルを、手術プログラミングステージ中に生成することができる。たとえば、脳アトラスを、患者 M R に位置合わせすることができる。さらに、脳内のリード線を、患者の頭部に取付けられた頭部フレームの選択されたアーク角度およびリング角度に基づいて決定することができる。アトラスを M R に位置合わせするための方法は、M R において A C、P C、および M S P を選択することを含むことができ、その情報によって、システムは、アトラスが M R に関連する方法を決定しうる。

【 0 1 5 9 】

代替的に、C T および M R を融合することができる。アトラスは、M R において、A C、P C、および中央サジタル線 (または他の解剖学的ランドマーク) を選択することによって M R に位置合わせされることができる。次に、リード線は、C T 内でリード線の終端点およびリードのシャフト上の点を選択することによってアトラスに対して位置付けられる。あるリード線は、リード線の埋め込まれる先端から上に延在する実質的に硬質部分 (たとえば、電極接点を含む部分)、および、埋め込まれる先端から遠位のより軟質部分を含む。軟質部分が屈曲することができるため、軟質部分に沿う点の選択は、不正確な軌道決定をもたらす場合がある。したがって、リード線の硬質部分上でシャフト点を選択することが好ましい場合がある。

【 0 1 6 0 】

いずれにしても、上記情報は、たとえば、電子メールによって、または、第 1 のシステムから記憶デバイスを物理的に取外し、その記憶デバイスを他のシステムに挿入することによって、別のプログラミングシステム / モジュールに送信 / 提供することができるファイルに、手術プログラミングおよび実行モジュールを使用して記憶することができる。実際には、画像位置合わせ / スケーリング、アトラス位置合わせ / スケーリング、オーバレイコントロール、ステムおよびピボットコントロール、スケーリング、特徴抽出などに関して上述した特徴を、たとえばリード線が埋め込まれる手術の前に、画像位置合わせ / プログラミングシステム内に設けることができる、または、手術プログラミングシステム内に設けることができる。手術プログラミングシステム内のこうした特徴の使用によって得られるデータを、次に、別のシステムに転送することができる。手術プログラミングシステムから転送することができる他の情報は、たとえば、ターゲットおよび / または副作用、V O A、M E R データ (たとえば、アトラスを更新するために使用され、そのアトラス情報を、同様に転送することができる) を含む。

【 0 1 6 1 】

プログラミングシステム / モジュールは、手術モジュールによって生成されるファイルを読み取り、手術モジュールから得られる位置合わせ済みモデルと共に、位置合わせ済み M

10

20

30

40

50

R および C T 上にオーバレイされるグラフィカル情報を表示するために構成される。

( 外部ソースへ患者データをエクスポートする )

脳画像 ( 埋め込み前および / 埋め込み後 ) などの患者データ、臨床メモ、リード線識別情報、解剖学的構造識別情報 ( たとえば、A C、P C、M C P、および M S P の場所 )、および刺激プログラミング設定は、異なる臨床医が、その情報を患者をプログラムするために使用できるように、1つのコンピュータの位置合わせ / プログラマモジュールから別のコンピュータの位置合わせ / プログラマモジュールにエクスポートすることができる。

【 0 1 6 2 】

例示的な実施形態では、システムは、情報が患者と共に移動するよう情報が I P G に転送され、I P G から取得されるように構成される。位置合わせモジュールおよび / またはプログラマモジュールを有するコンピュータが I P G とリンクするときはいつでも、刺激治療のために I P G をプログラムするために、コンピュータが、使用のためにコンピュータに記憶された情報を閲覧しうる。

10

【 0 1 6 3 】

転送されうる例示的な情報は、プログラム設定、A C の位置、P C の位置、M S P の位置、リード線先端、リード線シャフトに沿う別の点、探索される V O A 領域、V O A に関するメモを含む位置合わせ情報などを含む。

【 0 1 6 4 】

エクスポートのために使用されるメモリデバイスは、S D カード、C D などとすることができる。エクスポートのために使用されるネットワークは、たとえば、W i F i、ブルートゥース、有線などを使用することができる。

20

【 0 1 6 5 】

コンピュータは、情報が修正されることを可能にし、新しいデータファイルとして、または、古い情報に上書きすることによって新しい情報を I P G に記憶することができる。こうして、臨床医またはコンピュータの他のユーザは、患者のために刺激パラメータの新しい集合を指定することができる。新しい刺激パラメータは、たとえば、リード線または患者の解剖学的構造の配向の変化によって、または、患者の状態の変化によって、古い刺激パラメータがもはや有効でないかまたは改善される必要があるという判定に回答して生成することができる。情報に対する他の変更は、探索される領域に関するメモと共に探索される V O A 領域に対する更新を含む。

30

( 患者母集団からの M R に対する画像位置合わせに基づいてターゲットまたは副作用ボリュームを選択する )

例示的な実施形態では、システムは、それについての有効ボリュームが以前に決定されている患者母集団の M R をデータベースに記憶することができる。たとえば、刺激パラメータを、患者母集団のメンバーについて適用することができ、刺激パラメータのその適用について、システムは、それぞれの予想される V O A を計算することができる。さらに、ユーザ入力として検知されるかまたは受信される、パラメータの有効性に関する情報を得ることができる。こうして、システムは、各 M R にさらに関連付けられる患者母集団の複数のメンバーについてどの V O A が有効であることを示す情報を記憶することができる。

40

【 0 1 6 6 】

システムは、対象患者用のターゲット V O A の決定をそれに基づかせる、患者母集団のメンバーのうちの 1 人のメンバーを選択することができる。こうした選択は、全体としての M R 間の類似度、M R の予め規定されたある部分間の類似度、臨床プロファイル、年齢、性別などの M E R データの類似度を含む、臨床的に重要である任意の類似度に基づいて行うことができる。M R のある部分間の類似度に関して、それに関して画像マッチングを実施する部分は、剛体位置合わせ、アフィン位置合わせ、B スプライン位置合わせを使用する自動化アトラス位置合わせに関して上述したように、患者の臨床プロファイルに依存する場合がある。

【 0 1 6 7 】

システムは、患者母集団の選択されたメンバーの M R 画像を対象患者の M A R 画像に位

50

置合わせすることができる。代替的に、システムは、患者母集団のメンバーの部分集合を選択し、その部分集合のメンバーのMR画像によって形成される複合画像（たとえば、平均画像）を対象患者のMAR画像に位置合わせすることができる。部分集合の選択は、患者母集団の部分集合の他の論議において先に詳細に述べた因子に基づくことができる。

#### 【0168】

MR画像の位置合わせは手動とすることができる。たとえば、臨床医は、ユーザインタフェースと相互作用して、並進しかつ回転して正しく整列された2つのMR画像をオーバーレイさせ、次に、たとえば、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願の図9および図10に関する、たとえば'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願に記載される方法に従って、および/または、アトラスをMR画像に位置合わせするための上述した他の任意の方法によって、たとえば、選択されたMR画像を患者MR画像に対してスケールリングすることができる。

10

#### 【0169】

代替的に、MR画像の位置合わせは、アトラスをMR画像に位置合わせするための上述した方法の任意の方法を使用して自動的に実施することができる。

MR画像が位置合わせされると、たとえば、手動位置合わせが終了していること、位置合わせインタフェースからプログラミングインタフェースにナビゲートされていること、または、自動位置合わせが終了していることを示す情報をユーザが入力すると、システムは、そのMR画像が位置合わせ空間内のターゲットVOAとして位置合わせされている、患者母集団のメンバー（複数可）の有効VOAを使用することができる。たとえば、記録されるVOAを、その関連するMR画像と共に対象MR画像にワープすることができ、患者MR画像の空間内のターゲットVOAをもたらす。代替的に、位置合わせされる患者母集団MR画像に対する、記録されるVOAの空間的関係を、患者母集団MR画像のワープされるバージョンに変換することができ、それにより、対象患者MR画像に対してターゲットVOAの空間的関係を規定する。

20

#### 【0170】

代替の例示的な実施形態では、MR画像は、互いに位置合わせされない。代わりに、患者母集団のメンバーが対象患者の類似度に基づいて選択されると、システムは、選択されたメンバーのMR画像内の所定の構造に対する患者母集団のメンバーについて記録されたVOAの関係を、対象患者のMR画像内の構造に対するように変換して、対象患者についてターゲットVOAを形成することができる。たとえば、システムは、MR画像のそれぞれにおいて、上述したように表面抽出を実施することができ、メンバーMR画像内の抽出された表面に対するVOAの位置に基づいて、システムは、患者MR画像内の抽出された表面に関して同じ相対的位置を有する対象患者についてのVOAを決定することができる。代替的に、システムは、アトラスを、メンバーMR画像にまた患者MR画像に位置合わせし、患者母集団のメンバーのアトラスのアトラス構造に対する患者母集団のメンバーのVOAの相対的位置と同じである、患者アトラスの周囲構造に対する相対的位置を有するVOAをターゲットVOAとして選択することができる。

30

40

#### 【0171】

対象患者についてのターゲットVOAの決定は、1回限りである必要はない。代わりに、たとえば、以前に考慮されたVOAが、対象患者が位置合わせされた患者の部分集合の少なくとも1人の患者について、または、対象患者との類似度に基づいて関連付けられた患者の部分集合の少なくとも1人の患者について特に有効であることが見出されるとき、新しいターゲットVOAを対象患者について生成することができる。

#### 【0172】

先の論議は、以前に決定された患者母集団の有効なボリュームに基づいてターゲットVOAを決定することに関するが、システムは、代替的にまたは付加的に、副作用ボリュームを決定することができ、たとえば、副作用ボリュームは、ターゲットVOAの決定に関

50



して述べたステップを実施することによって、患者母集団の記録された副作用ボリュームに基づいて、患者の刺激中にできる限り多く回避される。

(ターゲットリード位置、軌道、およびVOAに基づいて、使用するのがどのリードか、また、どのIPGかを自動決定する)

リード線の先端が位置するターゲット場所およびターゲット場所に対するリード線の所望の軌道に関する入力に基づいて、また、ターゲット活性化ボリューム(VOA)をさらに考慮して、システムは、たとえば手術プランニングステージ中に、使用する提案されたリード線および刺激パルス用のソースとして使用する提案された埋め込み型パルス発生器(OPG)を決定し出力することができる(使用するのがどの刺激パラメータかを出力することを除いて)。さらに、例示的な実施形態では、ユーザは、患者、たとえば、患者の脳内でリード線が終端するターゲットを示すことなく所望の軌道を入力することができ、また、システムは、ターゲットVOAに最も近い推定されたVOAを達成することができるように、リード線の提案された埋め込み深さをさらに出力することができる。システムは、それに対して、入力された軌道が規定される患者の解剖学的構造に位置合わせされた、解剖学的構造の記憶されたアトラス、たとえば、脳アトラスに基づいてこれらの決定を行うことができる。たとえば、頭部フレームを、患者の頭部に対して位置決めするまたは位置付けることができ、軌道を、頭部フレームのアーク角度およびリング角度によって規定することができる。アトラスを、アトラス位置合わせの章に関して詳細に述べたように、たとえば、患者のMR画像に位置合わせすることができる。

10

20

#### 【0173】

あるリード線は、リード線の全外周の周りに延在する回転電極(すなわち、無方向性電極)を有し、一方、他のリード線は、リード線の単一断面に複数の電極を含み、それぞれの電極は、全外周より短い、リード線の外周のそれぞれの部分の周りに延在する。

#### 【0174】

IPGの場合、あるIPGは、同じ振幅で電極を全てターンオンするように構成され、一方、他のIPGは、異なる電極について異なる振幅を出力するように構成される。

ターゲットVOAがリード線の1つの面に位置決めされる場合、リード線全体にわたる同じ量の電流であって、その大部分がターゲットVOAの面に対する、電流の印加がVOAを生成することになる。したがって、システムは、単一断面で複数の電極を有するリード線、および、リード線のある面に向かって偏移するターゲットVOAによりよく一致するために、リード線の周りに等距離にではなく、リード線からある方向に偏移して主に延在するVOAを生成するための電流場が生成されるように、異なる電極において異なる振幅を印加するために構成されるIPGを推奨することができる。たとえば、電極2302/2303/2306に印加されることができる信号は、電極2301/2304/2305に印加される信号より高い振幅であることができる。さらに、電極2302/2303/2306の中で、電極2303は、ターゲットVOA2310の中心に最も近いいため最も高い振幅を有することができる。

30

#### 【0175】

ターゲットVOAを、明示的に入力することができる、または、たとえば患者状態に関する入力および患者母集団の有効VOAに関する情報に基づいて、自動的に決定することができる。

40

#### 【0176】

システムはまた、複数の考えられるリード線が存在する場合、使用するのがどのリード線かについての推奨を提供することができる。図24を参照すると、リード線2410/2402の集合を、ターゲットVOA2400内にまたはその近くに位置付けることができる。システムはまた、種々の刺激パラメータに基づいてVOAを推定して、リード線2410/2402のいずれが、特定のIPGと組合せて、ターゲットVOA2400に最もよく一致する推定VOAを提供するかを判定することができる。たとえば、リード線2401は、VOAの中心のより近くに電極を有するため、よりよい一致を提供し、したがって、リード線2402によって提供される推定VOAと比較して、同じ量の信号(たと

50

えば、パルス、周波数、または振幅)についてターゲットVOAのより多くをカバーする推定VOAを提供することができる。

【0177】

使用されるIPGのタイプも考慮することができる。異なる電極において異なるレベルの信号を出力することが可能なIPGが利用可能である場合、システムは、リード線内の対応する方向性電極に対する異なる信号の印加に基づいて各リード線についてのVOAを推定することができる。しかし、IPGが単一レベル信号を出力できるだけである場合、システムは、所与のリード線内の電極のそれぞれに同じ信号が印加されることに基づいてVOAを推定することができるだけである。

【0178】

したがって、リード線2401/2402に関してVOAを推定することの結果は、正しい入力(複数可)が与えられる場合、両方のリード線2401/2402は、一致する推定VOAを提供することが可能であるが、リード線2401が、優れた選択肢である。その理由は、リード線2401が、低いパワー出力を有する単一レベル出力IPGを必要とするだけであり、一方、リード線2402が、高いパワー出力を有するマルチレベル出力IPGを必要とすることになるからである。

(刺激可能なボリューム(volume capable of stimulation)(VCS)の表現を表示する)

ある閾値振幅より大きい振幅を適用することは安全でない場合がある。システムは、安全な振幅を超える振幅でだけ刺激可能であると推定されるエリア、および/または、最も高い振幅設定によってさえ刺激可能でないと推定されるエリアをグラフィカルに識別することができる。たとえば、システムは、こうした領域をグレースアウトし、安全な振幅設定で刺激可能であると推定される残りの領域を、グレースアウトされないカラーで残す。こうした領域の表示は、臨床医が、適したVOAおよび対応する刺激パラメータを見出すために的を絞る領域を判定するために有用である場合がある。

【0179】

図25を参照すると、システムは、リード線2500の対する特定の刺激パラメータの印加に基づいて推定VOA2501を表示することができる。領域2502は、無限大から推定VOA2501に向かって内側に延在し、安全に刺激可能な最大領域を規定する領域2503によって境界付けされる。

【0180】

例示的な実施形態では、システムはまた、推定VOA2501が領域2503内に完全に含まれるかどうかを判定することができる。この判定を、新しいVOAを刺激するために臨床医が刺激パラメータを変えるときに繰り返すことができる。推定VOAが領域2503を破る場合、システムは、オーバーラップ領域を、たとえば、レッドでハイライトすることができる。

(バックグラウンドスレッドにおいてVOAを事前計算する)

刺激パラメータの受信と、入力された刺激パラメータに対応する推定VOAとの間の遅延を回避するために、システムは、ある刺激パラメータ集合についての各VOAを、そのパラメータ集合を指定するユーザ入力を受信する前でも、事前計算することができる。事前計算されたVOAは、こうしたパラメータ集合に関連付けて記憶され、こうしたパラメータ集合を指定するユーザ入力の受信に応答して、システムは、事前計算されたVOAをメモリから取出し、表示する。

【0181】

考えられる全てのパラメータ集合についてVOAを事前計算することが実用的である。代わりに、事前計算は、可能性があるパラメータ集合のセットがユーザ入力されることであり、その可能性は、アクティブなパラメータ集合または最後にユーザ入力されたパラメータ集合から判定される。

【0182】

たとえば、'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、およ

10

20

30

40

50

び、314号出願の図3gを参照すると、事前計算は、あるまたは全ての方向性コントロールおよび/または電極をターンオンしたターンオフするためのコントロールのそれぞれについて+方向また-方向に1ステップが除去されるというパラメータについてのものであるとすることができる。各ステップは、入力における所定の量の変化、たとえば、振幅の0.1の変化に対応するとすることができる。

【0183】

たとえば、最後に入力されたパラメータ集合のそれぞれのアクティブな電極について、印加電流の振幅を増加または減少させる各矢印コントロールが存在する場合がある。したがって、プロセッサは、電極のうちの任意の電極についての振幅が増加する場合、また、電極のうちの任意の電極についての振幅が減少する場合、各パラメータ集合についてVOAを事前計算することができる。たとえば、一番上の右の電極は、2.7の振幅にあるように示される。したがって、システムは、その電極の振幅が2.6である場合、また、その電極の振幅が2.8である場合についてVOAを事前計算することができる。

10

【0184】

さらに、矢印コントロールは、上への、下への、右への、または左への最後に入力された刺激設定の種々の活性化電極の組合せによって形成される電流場を全体としてシフトさせるために設けることができる。したがって、システムは、目下の設定から下への1つのシフト、目下の設定から上への1つのシフト、目下の設定から右への1つのシフトについてVOAを事前計算することができる。

【0185】

20

さらに、ある電極はオンであり、他の電極はオフであるとすることができる。例示的な実施形態では、したがって、システムはまた、ターンオンされる電極をユーザが選択することに応答して、最初に設定されることになる振幅設定についてVOAを事前計算することができる。例示的な実施形態では、対象電極がターンオンされるとき、システムは、同じリード線内の他の電極の振幅設定(複数可)を考慮して、対象電極について振幅設定を選択するように構成される。

【0186】

現在の設定と比較して、システムは、現在の設定に従ってオフである電極のうちの任意の電極のターンオンに対応する設定についてVOAを事前計算することができる。無方向性電極を有するリード線の場合、対象電極は、隣接するターンオンされた電極の同じ振幅設定に、または、隣接する電極が目下のところターンオンしていない場合、最も近くのターンオンされた電極の同じ振幅設定にターンオンされることになることが仮定される。

30

【0187】

さらに、無方向性電極の場合、システムは、電極が、最も最近修正された近傍電極の振幅と同じ振幅にターンオンされることになることと仮定して、VOAを事前計算することができる(修正は、その振幅を変更することに加えて、電極のターンオンを含みうる)。たとえば、図23を参照すると、電極2302がターンオンされ、両方の電極2301/2303が既にターンオンされている場合、システムは、電極2301/2303のいずれが、最も最近修正されてもその振幅と同じ振幅を電極2302に印加することができる。

【0188】

40

同じレベルに位置する方向性電極(リード線に沿って同じ長手方向距離にある電極)を有するリード線の場合、システムは、同じレベルの活性化電極の振幅と同じであるよう対象電極の振幅を設定することができる。同じレベルに複数の活性化電極が存在する場合、または、同じレベルに複数の活性化電極が存在しない場合、システムは、最も最近修正された電極の振幅が使用される上述したプロシージャを適用することができる。図23を参照すると、電極2305が活性化される場合、システムは、電極2301/2303の一方が、電極2305より最近にターンオンされても、電極2305と同じになるよう電極2302の振幅を設定することができる。そのため、システムは、同じレベルの電極に優先権を与えることができる。

【0189】

50

本発明の例示的な実施形態では、リード線が方向性電極を含むとき、システムはまた、全体の場の時計方向または反時計方向回転シフト操作を仮定してVOAを事前計算するように構成することができる。回転シフト操作は、たとえば、図19～22に関連して'330号出願、'312号出願、'340号出願、'343号出願、および'314号出願に記載される。システムは、時計方向および/または反時計方向の単一ステップ（たとえば、1つの電極によって入力を回転してシフトさせること）に基づいてVOAを事前計算することができる。

#### 【0190】

ユーザ入力の変化に応答して事前計算されたVOAの数ならびに記憶される事前計算されたVOAの総数は、ハードウェアおよびタイミング制約に依存して変動する場合がある。たとえば、事前計算されるVOAの数は、プロセッサ速度および/またはメモリサイズ関数とすることができる。1つの例示的な実施形態では、システムは、事前計算されるVOAを記憶するためのキャッシュを維持し、たとえば先入れ先出しベースで、新しく事前計算されるVOAを含み、事前計算された古いVOAを削除するようキャッシュを更新することができる。

10

#### （プログラミングおよび位置合わせシステム）

例示的な実施形態では、本発明によるシステムは、図26に示す患者位置合わせシステム2610を含むことができる。位置合わせシステム2610は、IPG2680に通信可能に接続されることができ、IPG2680は、次に、刺激電極2690に通信可能に接続される。位置合わせシステム2610は、上述したモジュールのうちの任意のモジュールを実装することができ、また、プロセッサ2612、メモリ2614、通信デバイス2618、およびユーザインタフェース2620を含むことができる。

20

#### 【0191】

プロセッサ2612は、上述した種々の方法に従って命令を実行するように構成することができる。通信デバイス2618は、メディアカード読取り器、テレメトリデバイス、または位置合わせシステム2610がIPG2680などの外部デバイスとそれによって通信する任意の他のデバイスとすることができる。ユーザインタフェース2620は、キーボードまたはマウスなどの入力デバイスおよび表示モニタなどの出力デバイスを含むことができる。

#### 【0192】

メモリ2614は、患者母集団データ2630ならびに目下の患者データ2640を含むことができる。上述したように、患者母集団データは、アトラス選択のために使用することができる。別に示すが、目下の患者データ2640は、患者母集団データ2630の部分集合として含むことができる。患者母集団データ2630は、スキャン画像データベース2631、アトラスデータベース2632、および臨床プロファイルデータベース2633を含む、種々のタイプの患者データ用の別個のデータベースを含むことができる。患者母集団データ2630は、システム2610の一部であるとして図26に示されるが、代わりに、ネットワークによって複数のシステムによってアクセス可能な中心的場所、外部に記憶されることができる。同様に、目下の患者データを、患者母集団データ2630を更新するために、こうした中心的な場所にエクスポートすることができる。

30

40

#### 【0193】

目下の患者データ2640はまた、スキャン画像データベース2641、ランドマークデータベース2642、および臨床プロファイルデータベース2643をふくむ類似のデータベースを含むことができる。スキャン画像データベース2641は、リード線を埋め込む前におよび/または後で撮影される、CT、MR、または他の撮像モダリティに対応するファイルを含む。ランドマークデータベース2642は、スキャン画像データベース2641に含まれる画像に対して、AC、PC、MCP、およびMSPなどの、種々の脳ランドマークの場所を指定する情報を含むことができる。臨床プロファイルデータベース2643は、たとえば、目下の患者の医療履歴、IPG2680（たとえば、IPG2680に割当てられたモデル番号またはシリアル番号）、および/または、刺激電極269

50

0の構成(たとえば、電極接点の数およびタイプ)に関する情報を含むことができる。

【0194】

メモリ2614は、上述した種々のモジュールのうちの任意のモジュールならびに上述した方法またはシステム特徴のうちの任意のものを実装するためのさらなるモジュールを含むことができる。図26に示すように、これは、たとえば、ピボット/ステムツールモジュール2620、ズームツールモジュール2621、MSP選択モジュール2622、AC/PC選択モジュール2623、断面IDモジュール2624、スライススクロール操作モジュール2625、アトラス位置合わせモジュール2626、および自動画像補正モジュール2627を含むことができる。

(システム統合)

本発明の例示的な実施形態では、システムを、独立型バージョンで設けることができ、独立型バージョンでは、刺激プログラミングモジュールの設定を、モジュールからIPGに転送することができないが、ユーザは、ユーザが好む設定を、IPGを制御する別のモジュールに手動で入力しなければならないことになる。

【0195】

本発明の例示的な実施形態では、システムを、半統合型バージョンで設けることができ、半統合型バージョンでは、テレメトリデバイス、たとえば図26の通信デバイス2618は、パラメータ設定について推定VOAを計算し出力する刺激プログラミングモジュールから、刺激パラメータを実装するためのIPGに刺激パラメータを運ぶために使用され、種々のパラメータについての対応するVOAは、ユーザ精査のために表示される。ユーザがそのパラメータ集合を好むとき、ユーザは、設定の実装のためにIPGに設定を送信するための命令を入力できる。

【0196】

本発明の例示的な実施形態では、システムを、より完全な統合型バージョンで設けることができ、より完全な統合型バージョンでは、テレメトリデバイス、パラメータ設定について推定VOAを計算し出力する刺激プログラミングモジュールから、刺激パラメータを実装するためのIPGに刺激パラメータを運ぶために使用され、パラメータは自動的に送出される。たとえば、目下の患者または患者母集団のある患者が、特定の副作用または利益を自己報告する、または、臨床医が監督した試験に回答しておよび/またはセンサ出力に回答して、測定される副作用/利益を示す場合、システムは、たとえば上述したVOA事前計算に従って段階的に既存の刺激パラメータを調整することによって刺激パラメータ設定の新しい集合を自動的に決定することができる。システムは、報告された副作用に関連付けられた脳のエリアにおける活性化を減少させるか、または、報告された利益に関連付けられた脳のエリアにおける活性化を増加させるよう、刺激パラメータ設定を調整することができる。安全対策として、システムは、パラメータ値の所定の範囲内で、たとえば、振幅の許容可能な最大変化内で、既存の刺激パラメータ設定を自動的に調整することを許容されることができるだけである。システムはまた、所与の期間における許容可能な最大調整数、たとえば、1日に1回に、または、調整と調整との間の強制的な待ち時間に、たとえば12時間に、自動調整を制限することによって、時間制約されることができる。

【0197】

先の説明は、制限的でなく、例証的であることを意図される。本発明を種々の形態で実装することができること、および、種々の実施形態を、単独でまたは組合せて実装することができることを当業者は先の説明から認識しうる。したがって、本発明の実施形態は、その特定の例に関連して述べられたが、本発明の実施形態および/または方法の真の範囲は、図面、明細書、および添付特許請求の範囲の調査によって他の修正形態が当業者に明らかになるため、そのように制限されるべきでない。

【図 10】

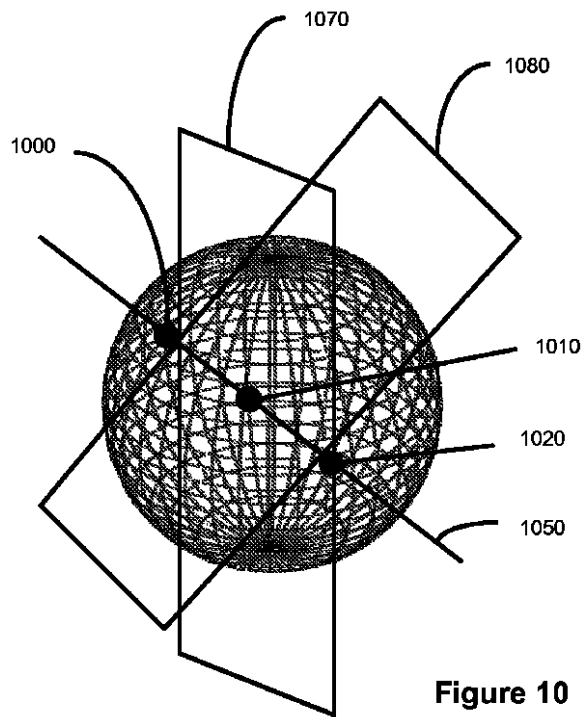


Figure 10

【図 15】

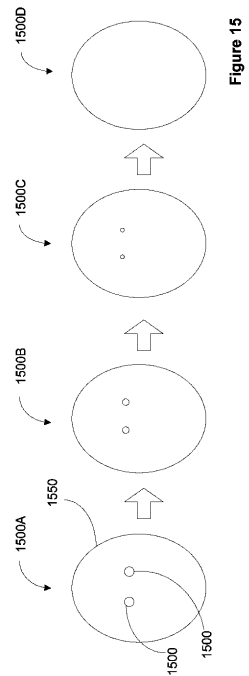


Figure 15

【図 16】

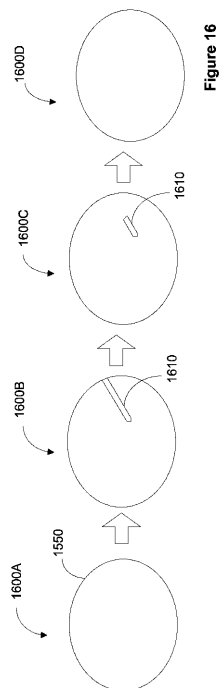


Figure 16

【図 17】

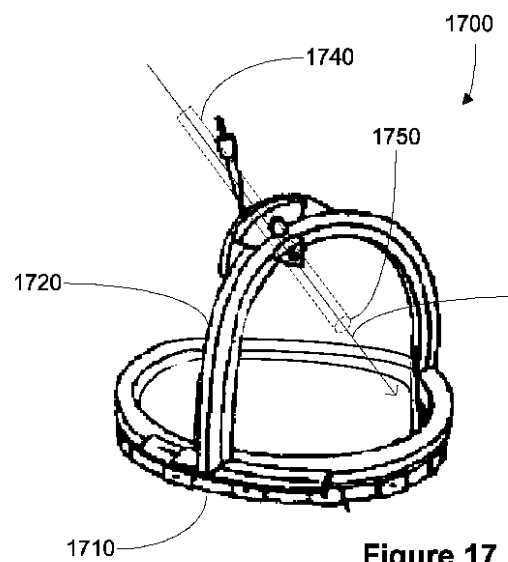


Figure 17

【図 18】

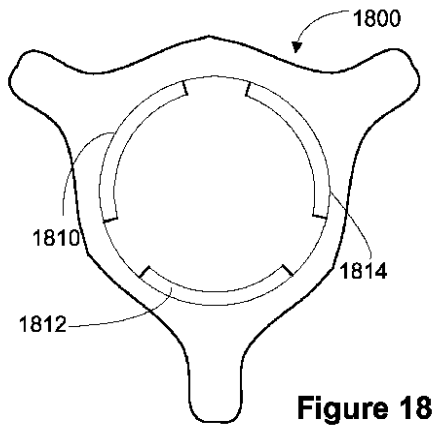


Figure 18

【図 19】

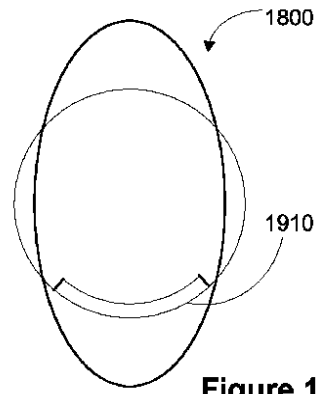


Figure 19

【図 20】

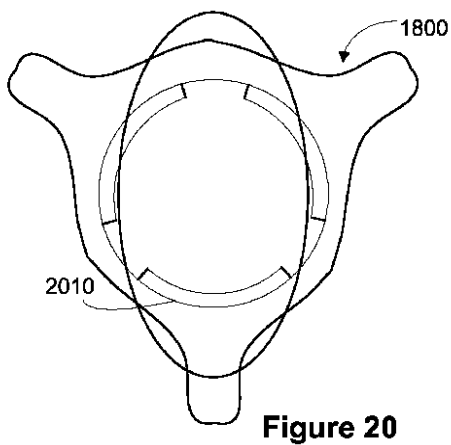


Figure 20

【図 21】

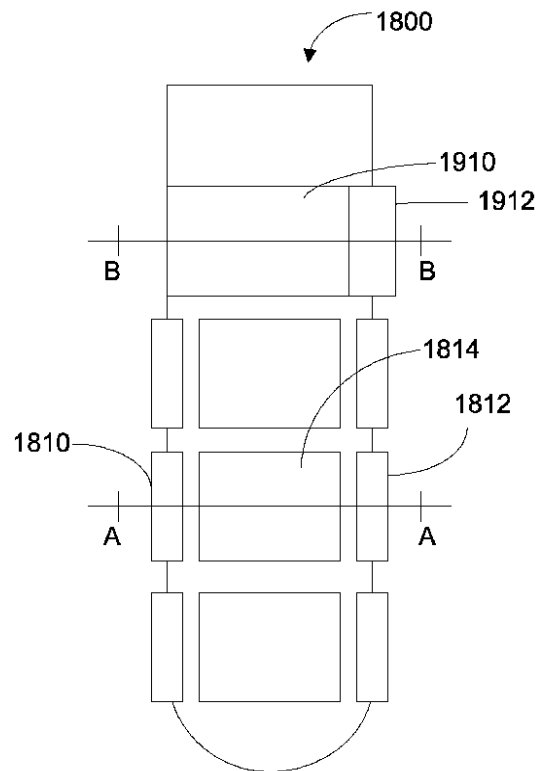


Figure 21

【 図 2 3 】

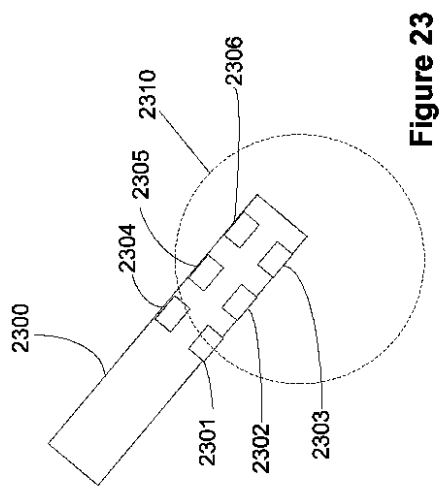


Figure 23

【 図 2 4 】

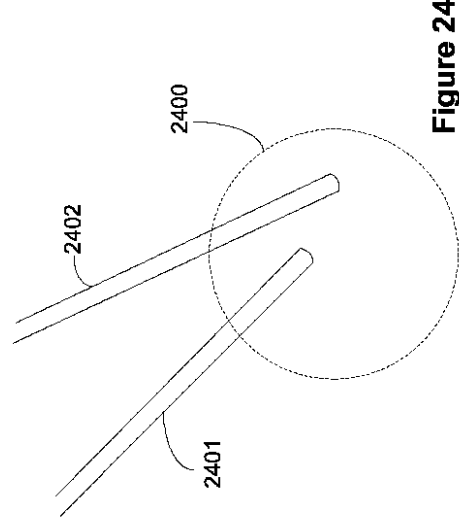


Figure 24

【 図 2 5 】

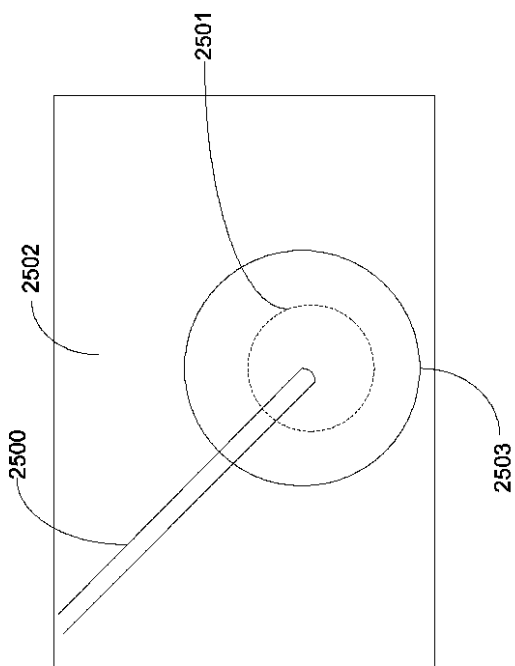
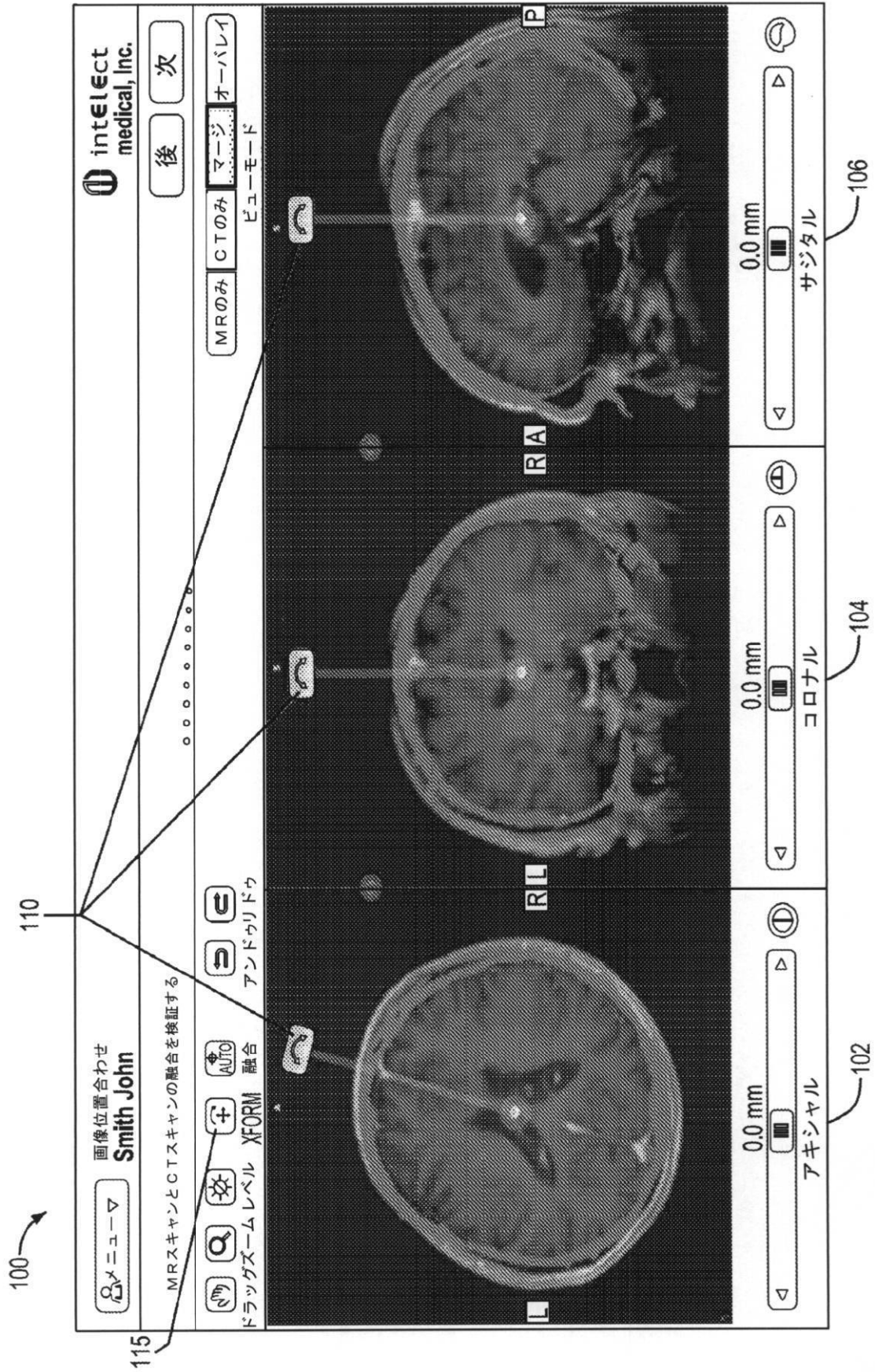


Figure 25

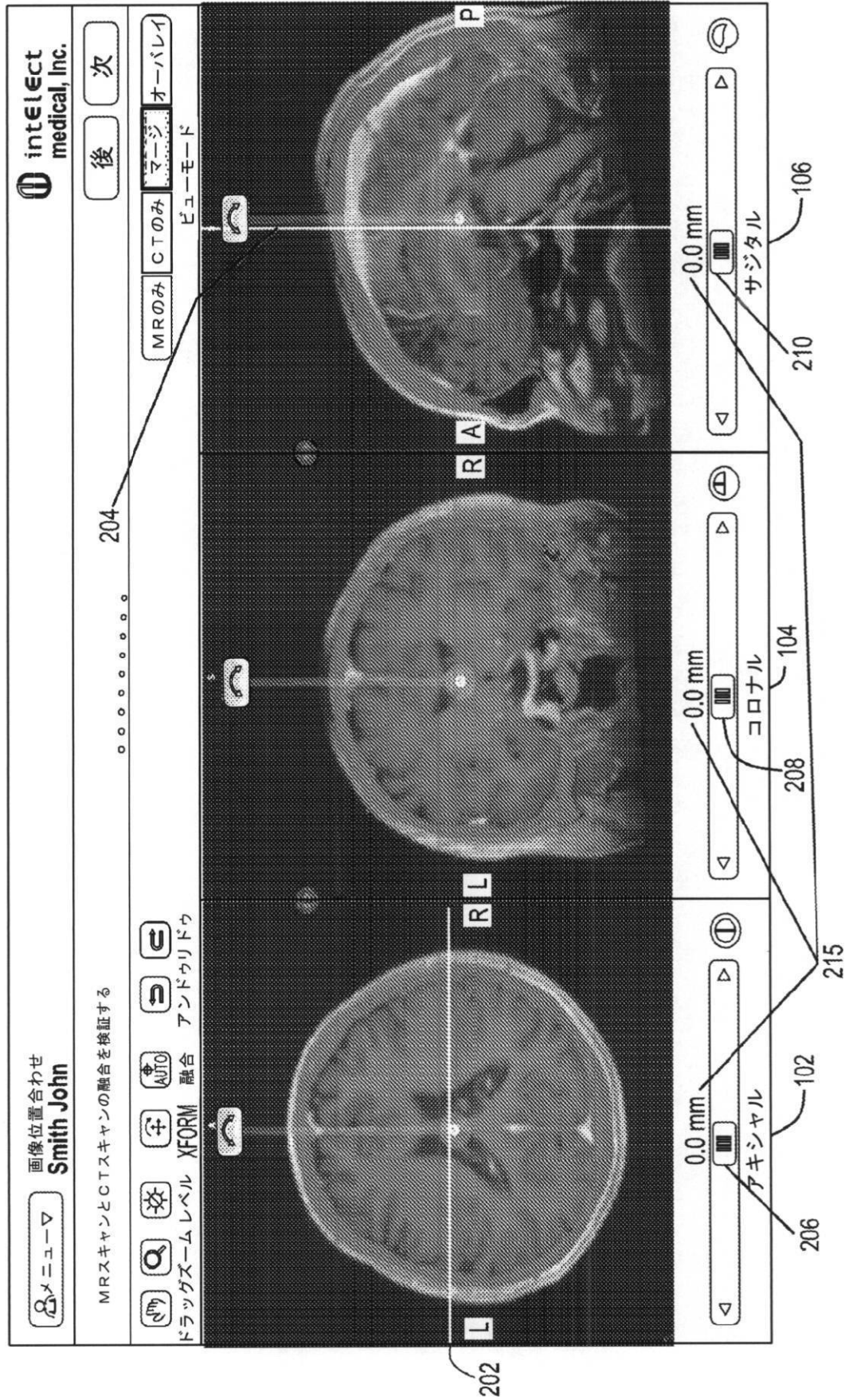


【図 1】

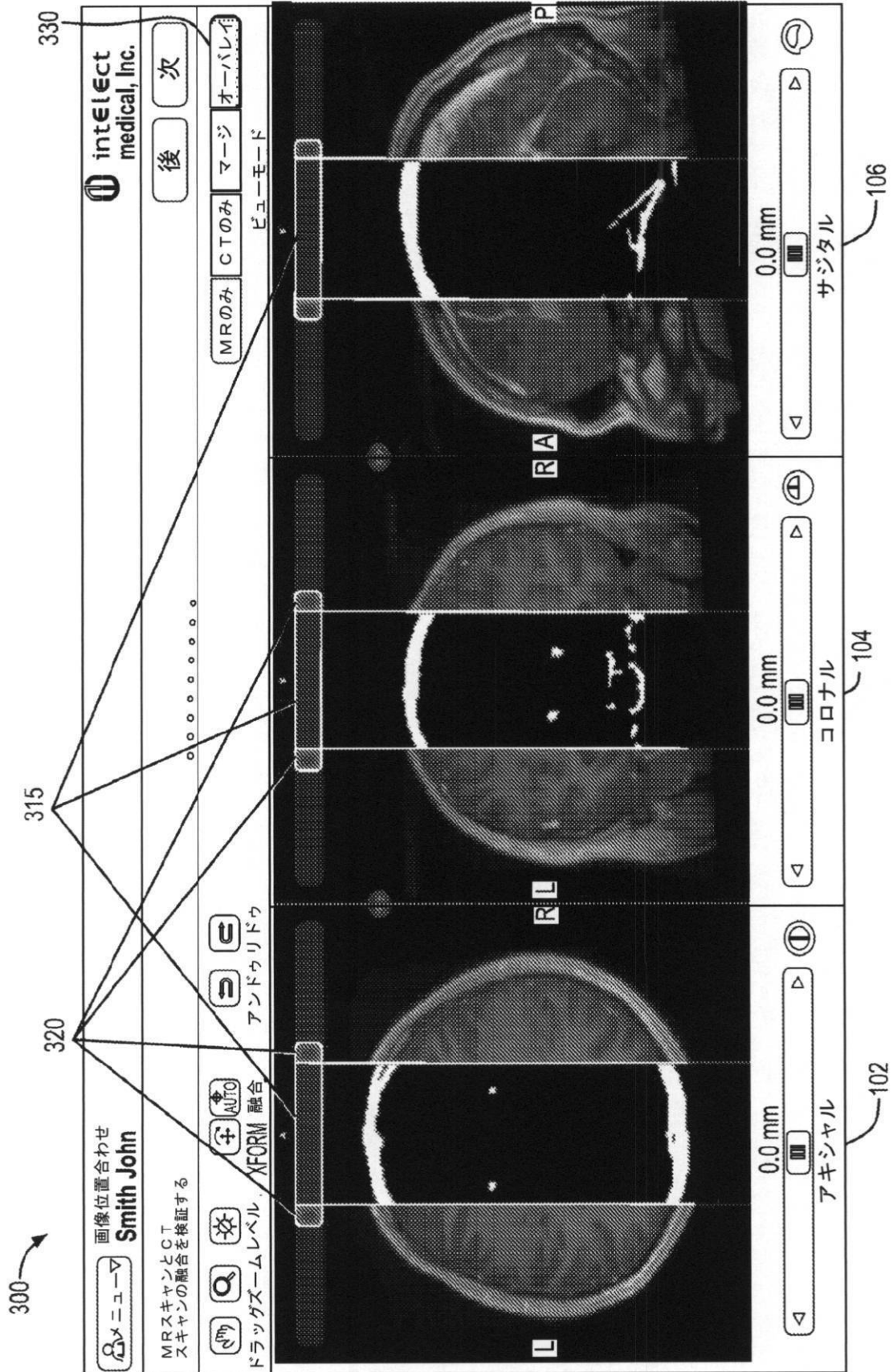


【図2】

200

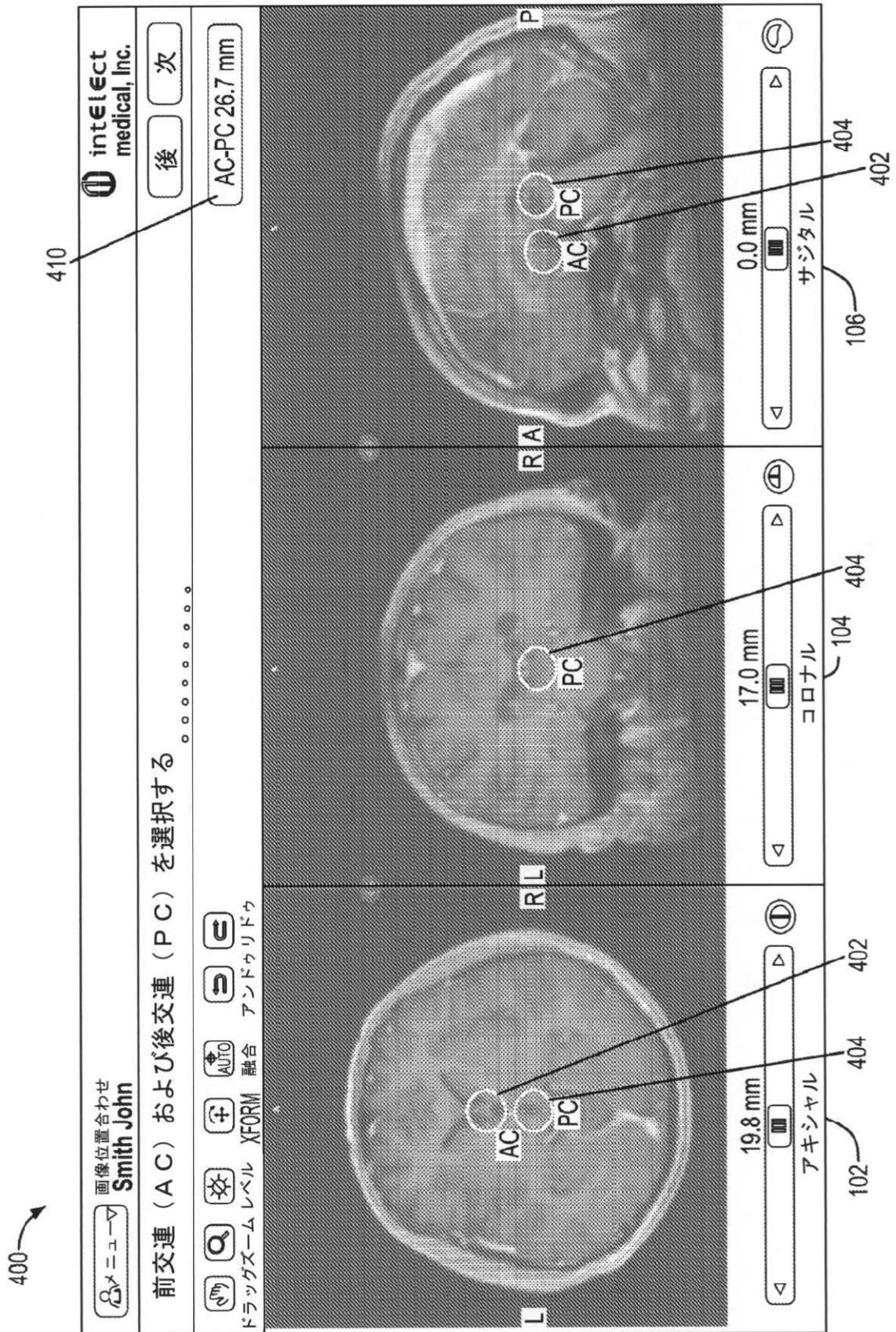


【図 3】

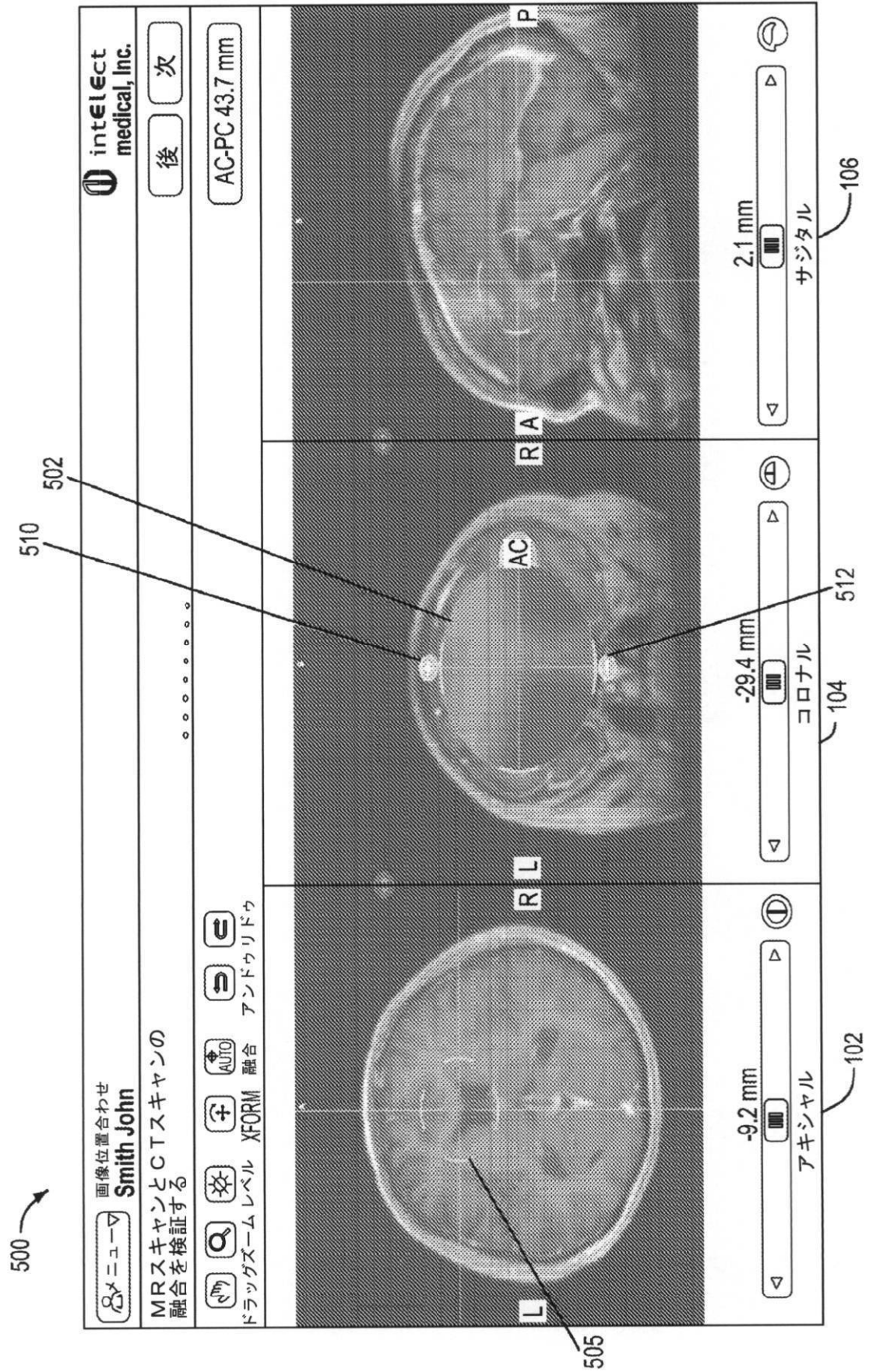




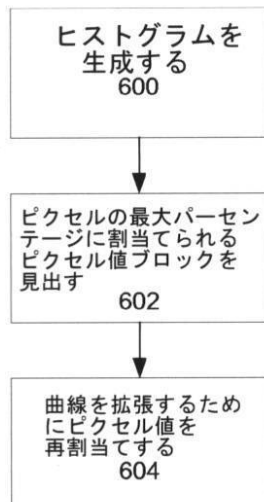
【図 4】



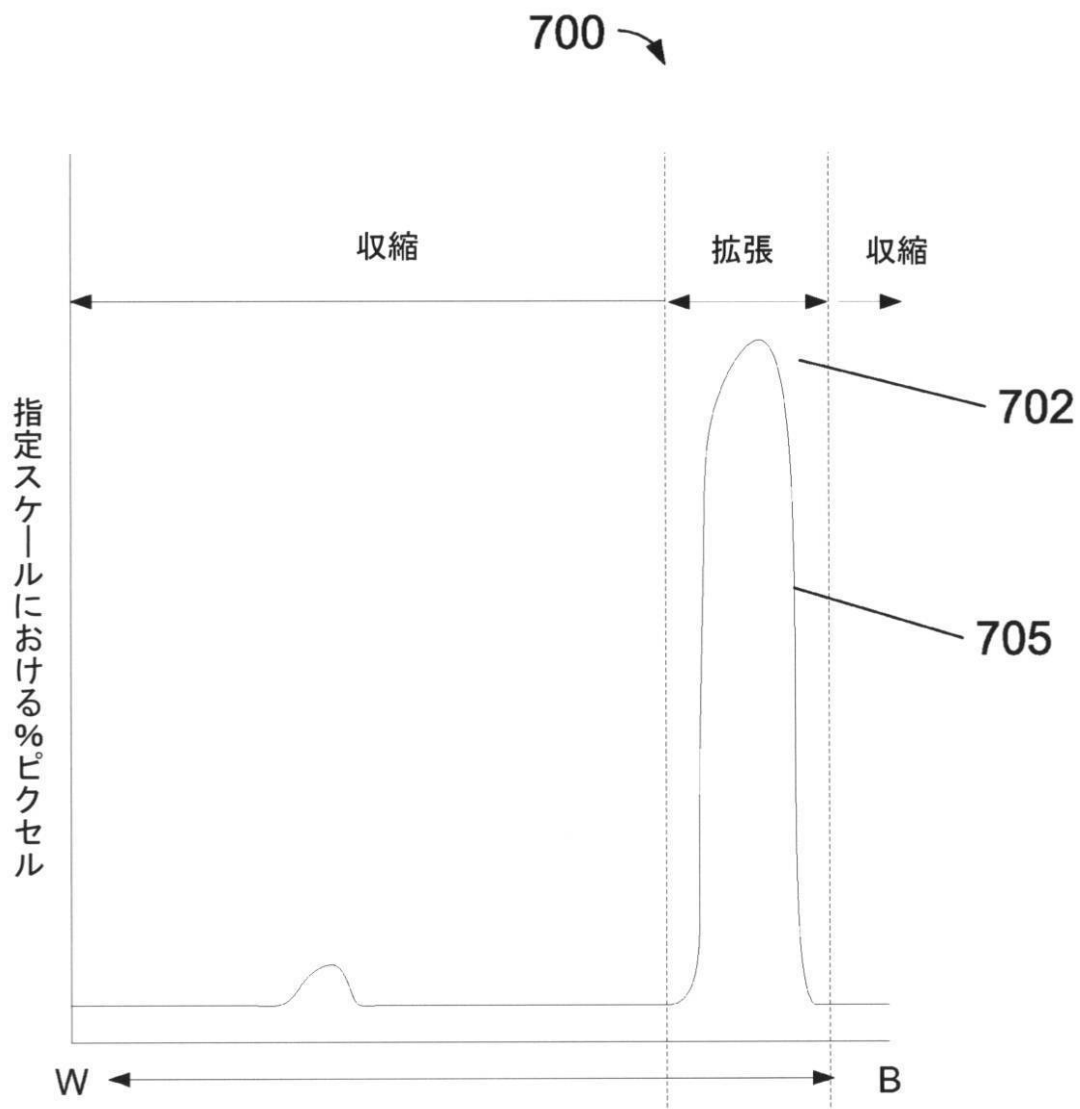
【図5】



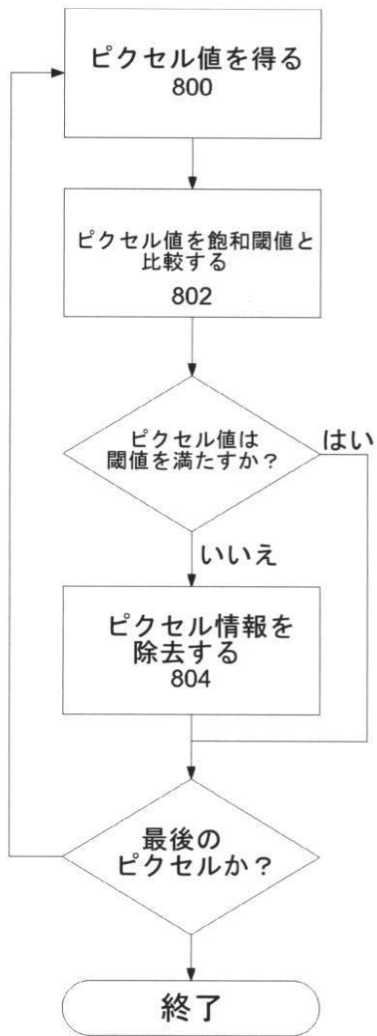
【図 6】



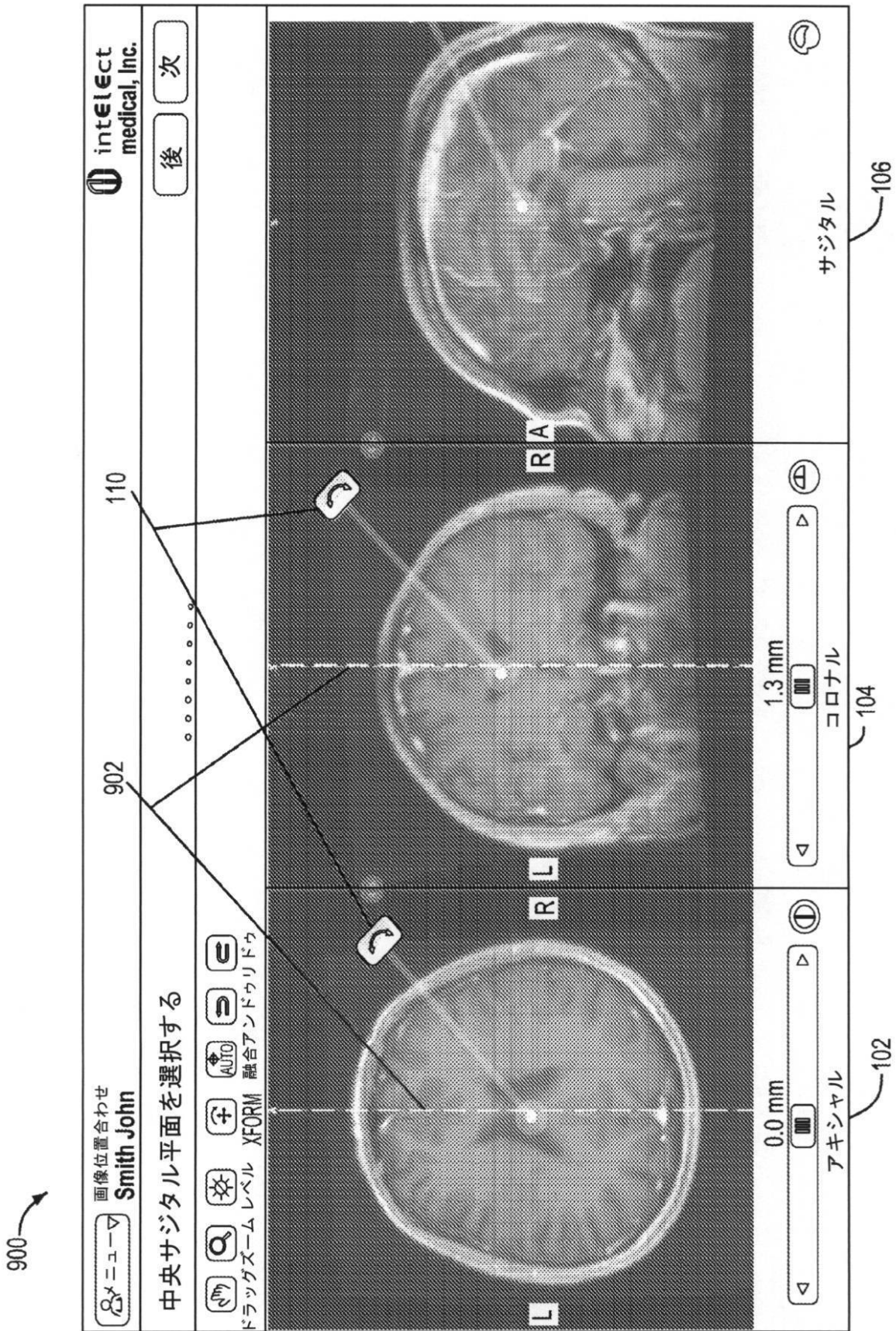
【図 7】



【 図 8 】

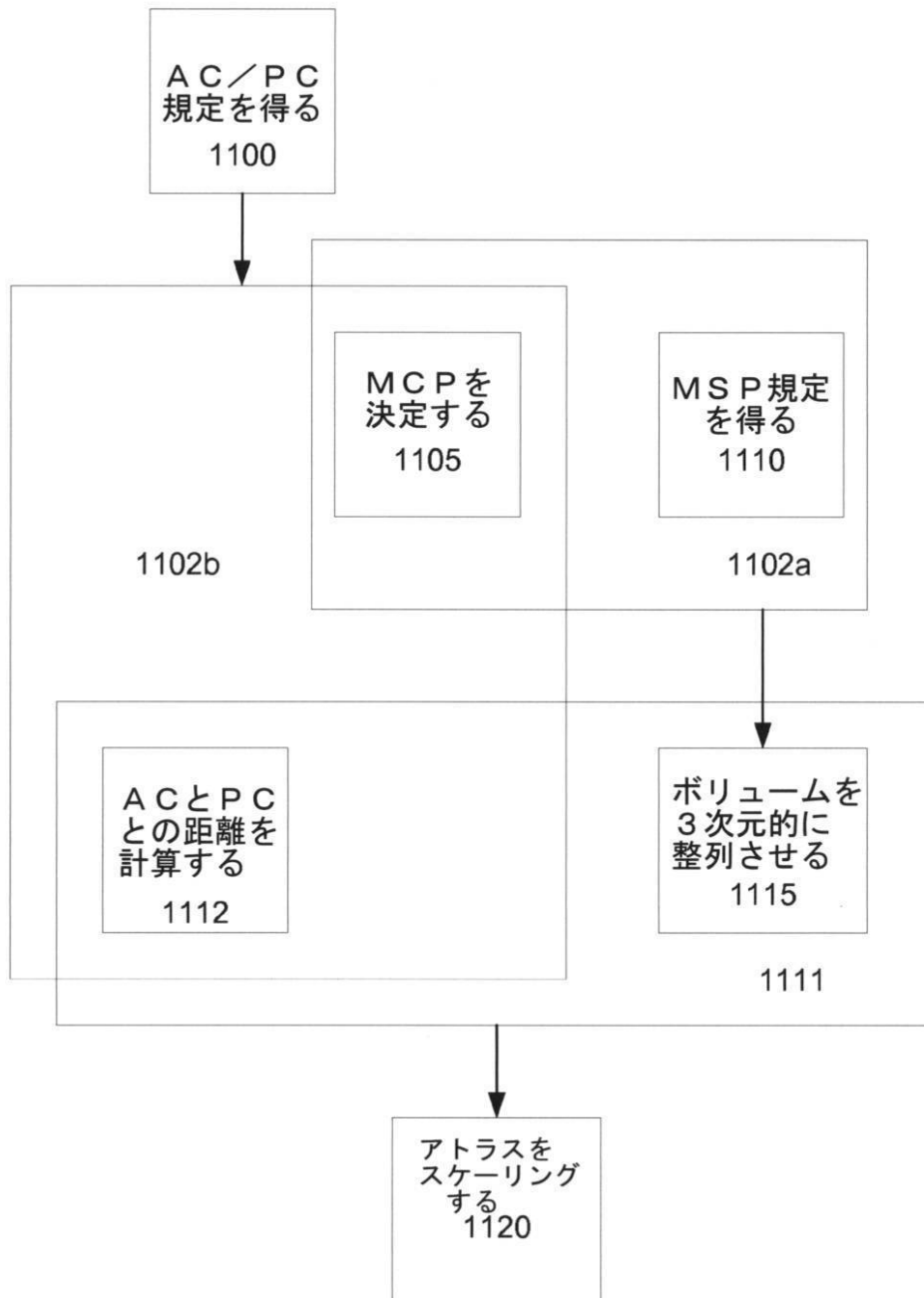


【図 9】

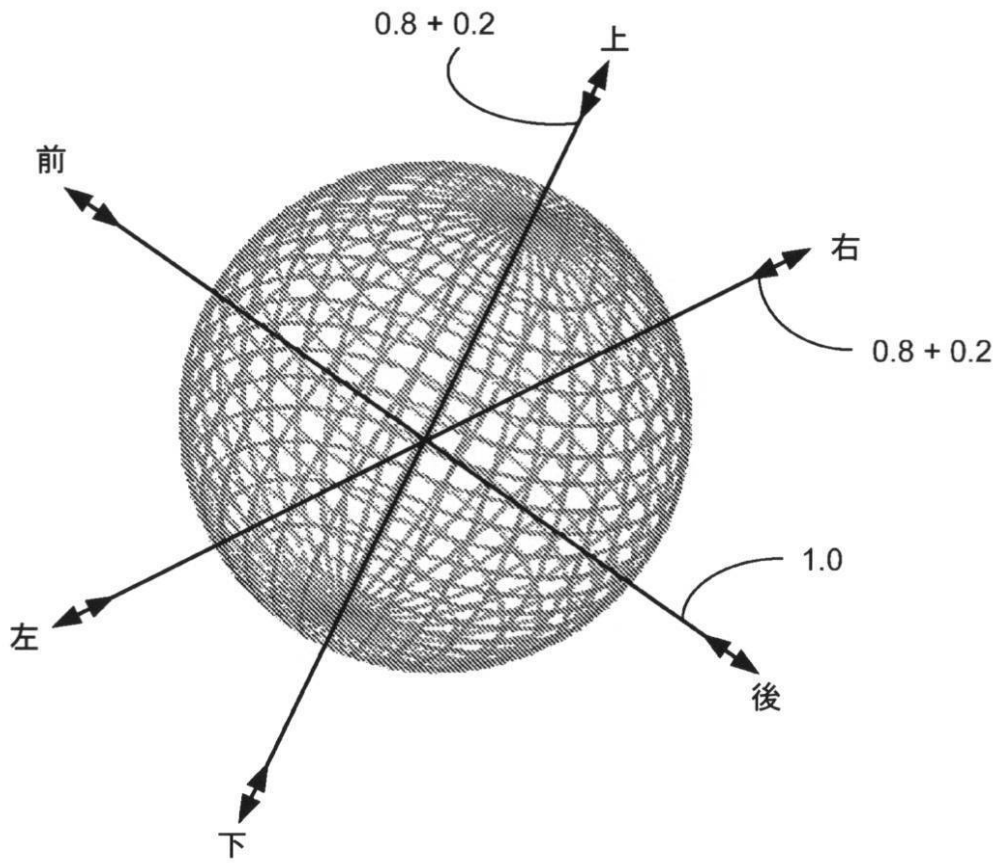




【図 11】



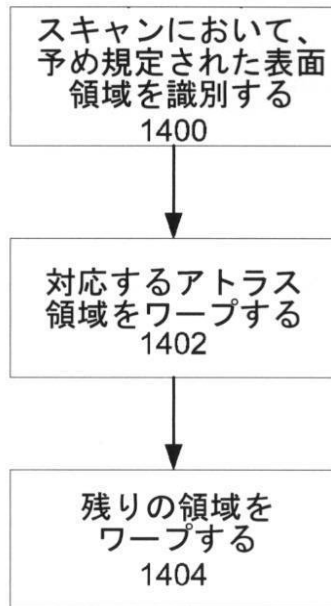
【図 1 2】



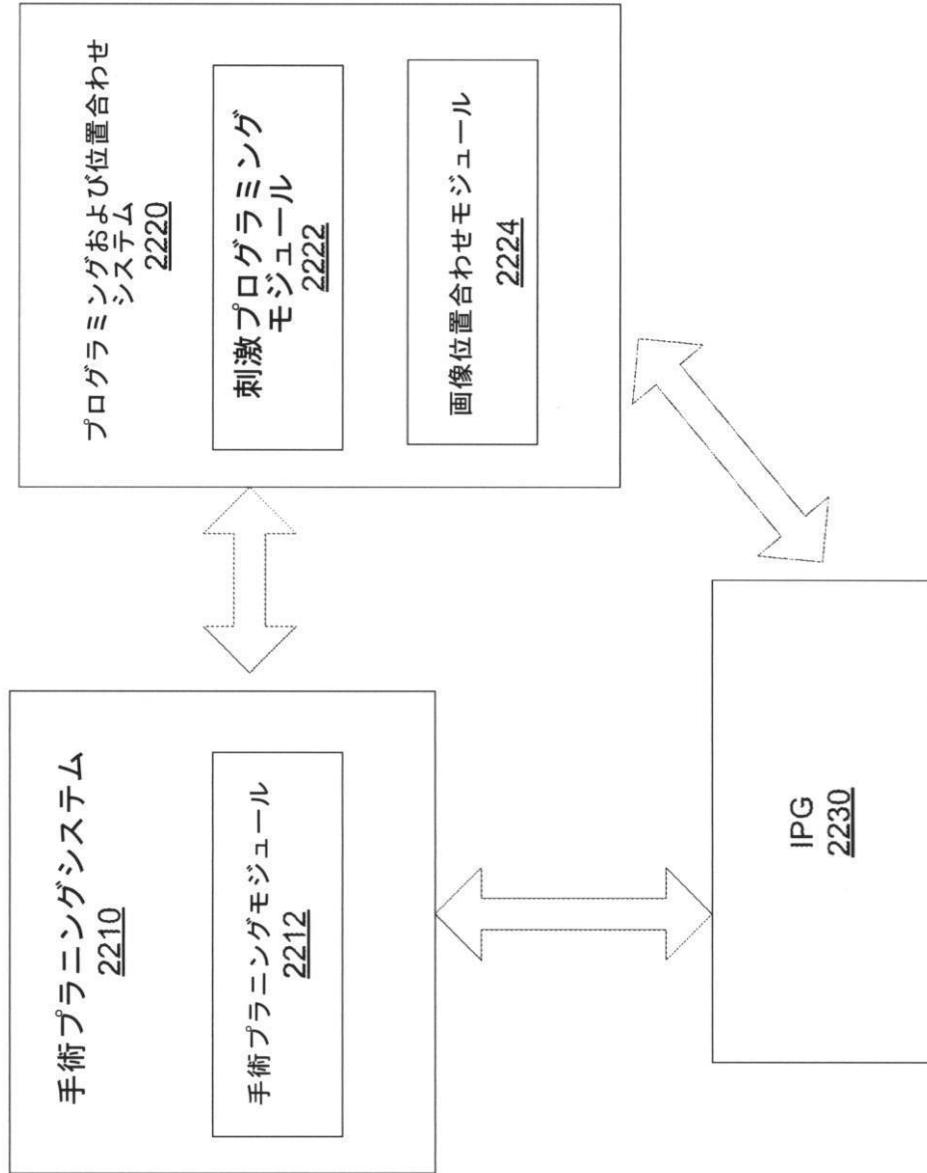
【図 13】



【図 14】

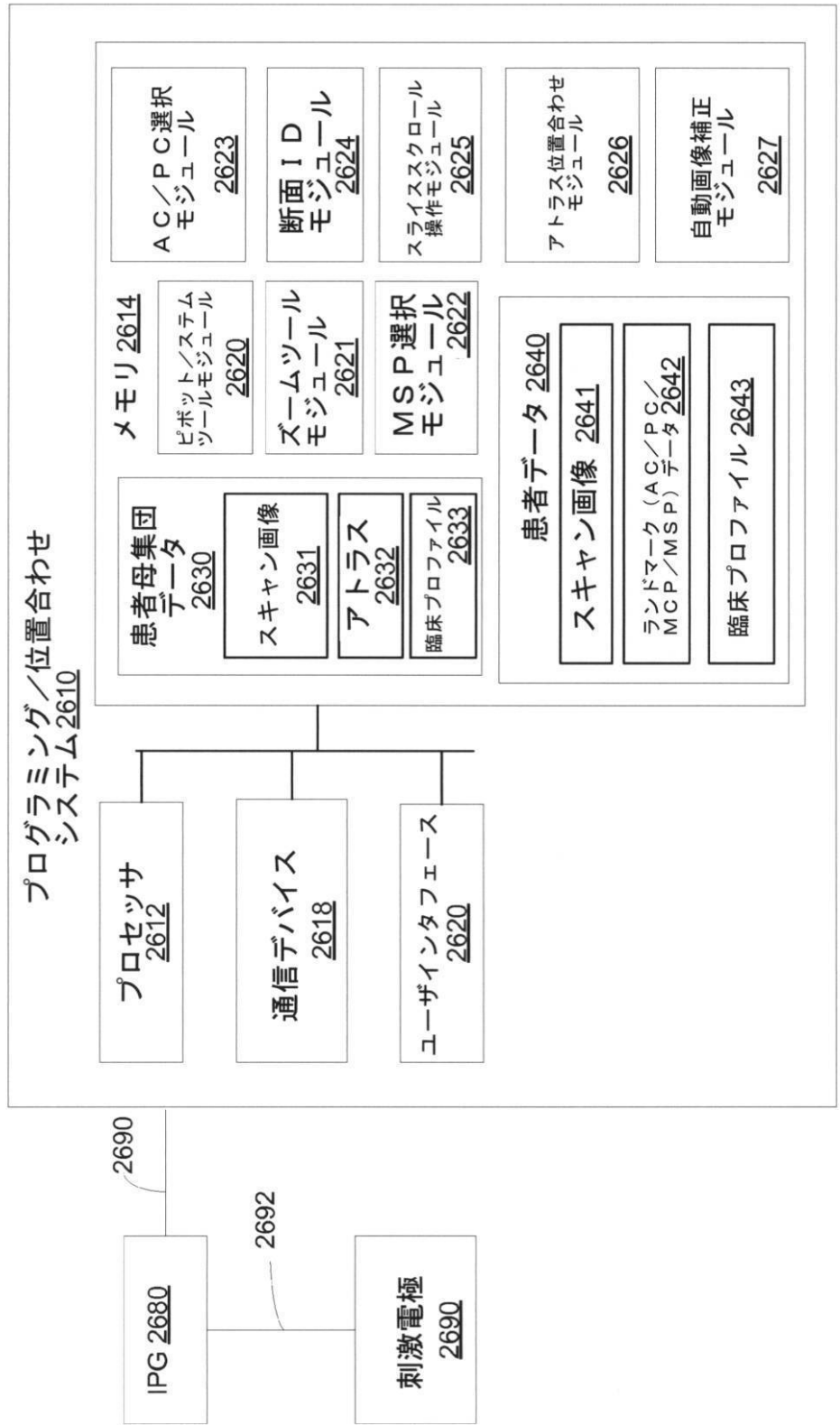


【図 22】

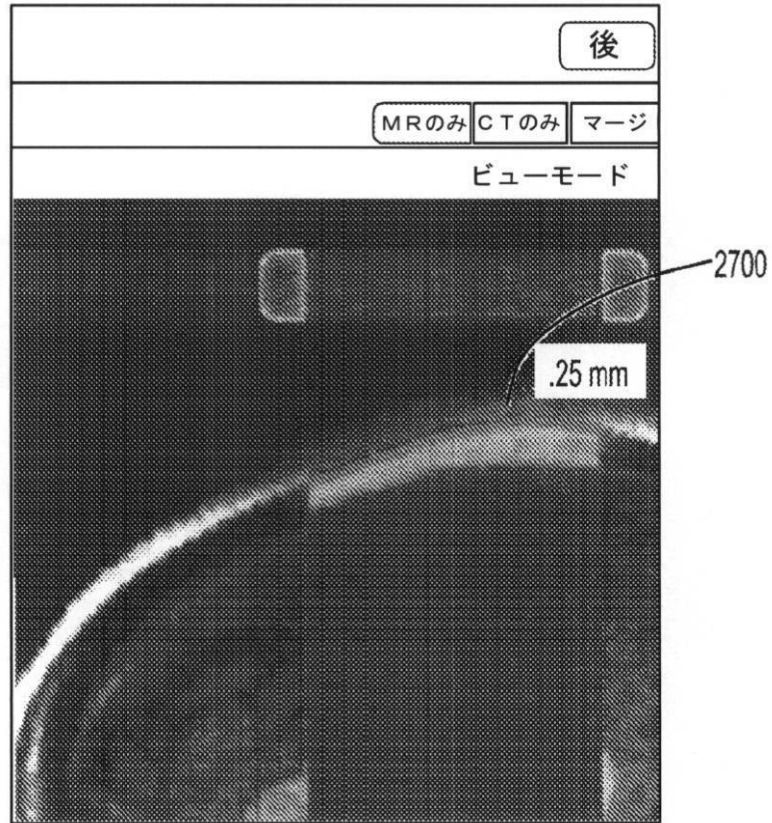


2600 →

【図 26】



【図 27】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
 A 6 1 B 19/00 5 0 2  
 A 6 1 B 19/00 5 0 1

(31)優先権主張番号 61/468,897  
 (32)優先日 平成23年3月29日(2011.3.29)  
 (33)優先権主張国 米国(US)  
 (31)優先権主張番号 61/468,901  
 (32)優先日 平成23年3月29日(2011.3.29)  
 (33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72)発明者 カールトン、キース  
 アメリカ合衆国 0 2 1 1 4 マサチューセッツ州 ボストン エマーソン プレイス 6 アパートメント 6 0 6  
 (72)発明者 ブラム、デイビッド アーサー  
 アメリカ合衆国 0 2 1 0 9 マサチューセッツ州 ボストン コマーシャル アベニュー 3 8 6 アpartment 5 イー  
 (72)発明者 モフィット、マイケル エイ.  
 アメリカ合衆国 9 1 3 5 4 カリフォルニア州 バレンシア カスティーロ レーン 2 8 1 3 2  
 (72)発明者 ココーンズ、スコット  
 アメリカ合衆国 0 2 1 1 4 マサチューセッツ州 ボストン エマーソン プレイス 4 アpartment 2 0 2

F ターム(参考) 4C093 AA22 AA25 AA26 CA35 DA04 FD03 FD09 FD11 FF11 FF12  
 FF13 FF19 FF35 FF37 FF42 FF46 FG05 FG12 FG13 FG14  
 FG16 GA01 GA02 GA03  
 4C096 AA18 AA20 AC01 AD14 AD15 DC15 DC16 DC32 DC33 DD13  
 DD14