

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-50625

(P2011-50625A)

(43) 公開日 平成23年3月17日(2011.3.17)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 5/055 (2006.01)</b>	A 6 1 B 5/05 3 8 0	4 C 0 9 6
<b>A 6 1 B 8/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
	A 6 1 B 5/05 3 9 0	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-203526 (P2009-203526)  
 (22) 出願日 平成21年9月3日 (2009.9.3)

(71) 出願人 000153498  
 株式会社日立メディコ  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 (74) 代理人 100098017  
 弁理士 吉岡 宏嗣  
 (72) 発明者 仲本 秀和  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 株式会社日立メディコ内  
 Fターム(参考) 4C096 AA18 AB37 AB41 AD14 DC20  
 DC36  
 4C601 BB03 DD19 DD23 EE11 EE16  
 FF03 FF12 FF15 GA20 JC21  
 JC37 KK25 KK31 LL33

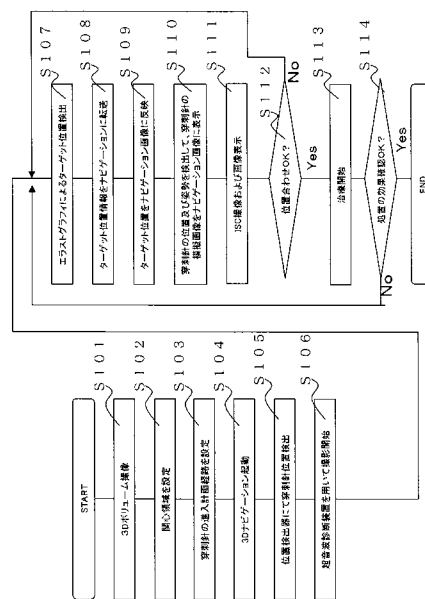
(54) 【発明の名称】 処置支援システム

(57) 【要約】

【課題】 検者がナビゲーション画像を参照しながら被検体に処置を施す際の使い勝手を向上させた処置支援システムを実現する。

【解決手段】 M R I 装置で被検体の3次元ボリュームデータを撮像する ( S 1 0 1 ) 。 3次元ボリュームデータから切り出されたナビゲーション画像上で関心領域と穿刺針の進入計画経路を設定する ( S 1 0 2 , 1 0 3 ) 。 3 D ナビゲーションを起動して穿刺針の位置及び姿勢を検出する ( S 1 0 4 , 1 0 5 ) 。 ここで、超音波撮像を開始して、被検体の超音波断層面の組織の弾性情報を得る ( S 1 0 6 , 1 0 7 ) 。 処置支援システムは、弾性情報に基づいて超音波断層面における超音波像関心領域をリアルタイムに検出することによりターゲット位置を検出し ( S 1 0 7 ) 、 ナビゲーション画像へ転送して反映する ( S 1 0 8 , 1 0 9 ) 。 検者は、超音波像関心領域を参照することにより現実のターゲット位置を把握できる。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

医用画像撮像装置で撮像された被検体の 3 次元ボリュームデータが格納されるメモリと、該メモリに格納された前記 3 次元ボリュームデータの断層面の切り出し画像をナビゲーション画像として生成するナビゲーション画像生成手段と、前記ナビゲーション画像を表示する表示器と、前記被検体との間で超音波を送受信する超音波探触子と、該超音波探触子の位置及び姿勢を前記 3 次元ボリュームデータの座標に対応付けて検出する探触子位置検出器と、前記被検体の関心領域を含む断層面の圧迫状態の異なる一対の反射エコー信号に基づいて該断層面の組織の硬さ又は軟らかさを表す弾性情報を演算する弾性情報演算手段と、前記被検体の断層面の組織の弾性情報に基づいて該断層面における超音波像関心領域を検出し、該検出された超音波像関心領域を前記ナビゲーション画像上に反映するとともに、前記被検体の関心領域に処置を施す処置デバイスを示す模擬画像を表示する処置支援制御手段を備えることを特徴とする処置支援システム。

10

## 【請求項 2】

前記表示されたナビゲーション画像上に前記被検体の関心領域を設定する入力インターフェースと、前記被検体の関心領域に処置を施す処置デバイスの位置及び姿勢を前記 3 次元ボリュームデータの座標に対応付けて検出する処置デバイス位置検出器とを備え、

前記処置支援制御手段は、前記処置デバイスの位置及び姿勢に基づいて前記ナビゲーション画像上に前記処置デバイスを示す模擬画像を表示する請求項 1 の処置支援システム。

20

## 【請求項 3】

前記処置デバイスは穿刺針であり、

前記入力インターフェースを介して前記ナビゲーション画像上で前記関心領域への穿刺針の進入計画経路を設定した場合、

前記処置支援制御手段は、前記検出された穿刺針の位置及び姿勢に基づいて該穿刺針の進入経路を示す模擬画像を前記ナビゲーション画像上に表示する請求項 2 の処置支援システム。

## 【請求項 4】

前記処置デバイスは前記超音波探触子と一体又は別体として設けられ集束超音波により前記被検体の関心領域を治療可能な治療用探触子であり、

前記入力インターフェースを介してナビゲーション画像上で前記関心領域への集束超音波の照射計画経路及び集束計画位置を設定した場合、

前記処置支援制御手段は、前記検出された治療用探触子の位置及び姿勢に基づいて集束超音波の照射経路及び集束位置を示す模擬画像を前記ナビゲーション画像上に表示する請求項 2 の処置支援システム。

30

## 【請求項 5】

前記処置支援制御手段は、前記被検体の断層面の組織の弾性情報のうち前記入力インターフェースを介して前記関心領域が設定された組織の弾性情報に対応する領域を前記超音波像関心領域として検出し、該検出された超音波像関心領域を前記ナビゲーション画像上に反映する請求項 2 の処置支援システム。

## 【請求項 6】

前記処置デバイスの位置及び姿勢、又は前記超音波探触子の位置及び姿勢に基づいて、前記被検体の前記処置デバイスを含む断層面、又は前記被検体の超音波送受信面に対応する断層面の M R I 画像をリアルタイムに撮像可能なインタラクティブスキャンコントロール機能を有し、

前記リアルタイムの M R I 画像を前記表示器に表示する請求項 2 の処置支援システム。

40

## 【請求項 7】

前記超音波の送受信による前記被検体の断層面の組織の弾性情報の撮像と、前記 M R I 画像の撮像とが交互に行なわれる請求項 6 の処置支援システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は、処置支援システムに係り、特に、検者が被検体の関心部位（ターゲット）に対して穿刺或いは集束超音波などによる処置を行なう際に、予め医用画像撮像装置で撮像された被検体の3次元ボリュームデータから切り出された断層画像等からなるナビゲーション画像を表示して処置を支援するシステムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

医用画像撮像装置の一例であるMRI装置は、連続的に被検体中の水素や炭等の原子核からの磁気共鳴信号（以下、NMR信号という）を測定し、核の密度分布や緩和時間分布等を映像化するものであり、被検体の3次元ボリュームデータを取得することができる。

10

## 【0003】

特許文献1に記載されているように、被検体に手術を行なう前にMRI装置によって予め被検体の3次元ボリュームデータを撮像しておき、手術時に3次元ボリュームデータの直交3平面の断層画像を切り出して表示して、手術のナビゲーションをする手術支援システムが知られている。

## 【0004】

例えば被検体に対して穿刺処置を行なう場合、処置前に予め撮像された3次元ボリュームデータから断層画像を切り出してナビゲーション画像として表示し、ナビゲーション画像上で穿刺のターゲットとなる組織に関心領域を設定する。さらに、ターゲットに対して穿刺針（処置デバイス）をどのような経路で進入させるか、つまり処置計画経路を設定する。そして、処置実行時に穿刺針に取り付けたポイントを用いて穿刺針の位置及び姿勢を検出し、検出した穿刺針の位置及び姿勢に基づいてナビゲーション画像上に穿刺針の模式図をリアルタイムに表示することにより、穿刺針の操作をナビゲーションするものである。

20

## 【0005】

一方、特許文献2には、MRI装置を用いた心臓イメージングや、手術時の穿刺モニタリング、経皮的治療などに使用されるI-MRI装置（interventional-MRI装置、又はIntraoperative-MRI装置）と、手術ナビゲーションシステムを組み合わせた技術が記載されている。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開2003-79637号公報

【特許文献2】特開2003-190117号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

ところで、上記特許文献1, 2は、検者がナビゲーション画像を参照しながら被検体に処置を施す際に、被検体の処置ターゲット（関心部位）が移動或いは変形するおそれがあることについて考慮されていないと考えられる。

40

## 【0008】

すなわち、穿刺や集束超音波治療などの処置を行なう際に、被検体が動いたり、或いは検者が被検体を固定するために被検体を押圧したりすることに起因して、ターゲットが移動或いは変形する場合がある。ターゲットが移動或いは変形することにより、処置前にナビゲーション画像上で設定した関心領域の位置と現実の被検体のターゲットの位置がずれることになるので、予め設定しておいた関心領域や処置計画経路は意味をなさなくなってしまうおそれがある。

## 【0009】

このようにターゲットの位置がずれた場合、いったん処置を中断して、再度3次元ボリュームデータを取得して、関心領域及び処置計画経路を再設定する必要が生じるので使い

50

勝手の面で好ましくない。

【0010】

そこで本発明は、検者がナビゲーション画像を参照しながら被検体に処置を施す際の使い勝手を向上させた処置支援システムを実現することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決する本発明の処置支援システムは、医用画像撮像装置で撮像された被検体の3次元ボリュームデータが格納されるメモリと、このメモリに格納された3次元ボリュームデータの断層面の切り出し画像をナビゲーション画像として生成するナビゲーション画像生成手段と、ナビゲーション画像を表示する表示器と、被検体との間で超音波を送受信する超音波探触子と、この超音波探触子の位置及び姿勢を3次元ボリュームデータの座標に対応付けて検出する探触子位置検出器と、被検体の関心領域を含む断層面の圧迫状態の異なる一对の反射エコー信号に基づいてこの断層面の組織の硬さ又は軟らかさを表す弾性情報を演算する弾性情報演算手段と、被検体の断層面の組織の弾性情報に基づいてこの断層面における超音波像関心領域を検出し、この検出された超音波像関心領域をナビゲーション画像上に反映するとともに、被検体の関心領域に処置を施す処置デバイスを示す模擬画像を表示する処置支援制御手段を備えることを特徴としている。

10

【0012】

また、表示されたナビゲーション画像上に被検体の関心領域を設定する入力インターフェースと、被検体の関心領域に処置を施す処置デバイスの位置及び姿勢を3次元ボリュームデータの座標に対応付けて検出する処置デバイス位置検出器とを備えている場合、処置支援制御手段は、処置デバイスの位置及び姿勢に基づいてナビゲーション画像上に処置デバイスを示す模擬画像を表示するよう構成することができる。

20

【0013】

すなわち、検者はナビゲーション画像上の被検体の関心部位を含む領域を関心領域として設定し、処置支援制御手段は弾性画像上の被検体の関心部位を含む領域を超音波像関心領域として検出する。したがって、関心領域と超音波像関心領域は被検体の関心部位を含む領域であるという点で対応するものである。処置支援制御手段は超音波像関心領域を検出したら、超音波像関心領域をナビゲーション画像上に反映する。例えばナビゲーション画像の断層面と弾性画像の断層面とが対応する断層面である場合には、ナビゲーション画像上の対応する位置に超音波像関心領域を表示する。ここで、関心領域及び超音波像関心領域は線によって囲まれた領域とすることもできるし、特定の図形や矢印などでその領域を示すものとすることができる。

30

【0014】

一方、ナビゲーション画像の断層面と弾性画像の断層面とが対応していない場合には、そのままでは超音波像関心領域をナビゲーション画像上に反映できないので、ナビゲーション画像の断層面を変えて弾性画像の断層面に対応させた後、ナビゲーション画像上の対応する位置に超音波像関心領域を表示する。

【0015】

本願発明によれば、検者が被検体に処置を施す際に被検体の関心部位(ターゲット)の位置がずれたとしても、そのずれた位置が弾性画像の断層面において超音波像関心領域として検出され、ナビゲーション画像上に反映される。したがって、検者はナビゲーション画像を参照することによりターゲットの位置ずれを認識することができるので、ターゲットの位置ずれに対応して処置デバイスを適切に操作することができる。その結果、被検体のターゲットの位置がずれたとしても、処置を中断して再度3次元ボリュームデータを取得して、関心領域及び処置計画経路の再設定を行なう必要が生じないため、検者にとって使い勝手がよい。

40

【0016】

また、処置デバイスとして穿刺針を用い、入力インターフェースを介してナビゲーション画像上で関心領域への穿刺針の進入計画経路を設定した場合、処置支援制御手段は、検

50

出された穿刺針の位置及び姿勢に基づいて穿刺針の進入経路を示す模擬画像をナビゲーション画像上に表示するよう構成することができる。これによれば、検者は、穿刺針の進入経路がターゲットの現在位置を示す超音波像関心領域に重なっているか、言い換えればターゲットの組織を適切に採取できるかを、ナビゲーション画像を参照して判断することができる。

【0017】

一方、処置デバイスとして超音波探触子と一体又は別体として設けられ集束超音波により被検体の関心領域を治療可能な治療用探触子を用い、入力インターフェースを介してナビゲーション画像上で関心領域への集束超音波の照射計画経路及び集束計画位置を設定した場合、処置支援制御手段は、検出された治療用探触子の位置及び姿勢に基づいて集束超音波の照射経路及び集束位置を示す模擬画像をナビゲーション画像上に表示するよう構成することができる。この場合には、検者は、集束超音波の照射経路及び集束位置がターゲットの現在位置を示す超音波像関心領域に重なっているか、言い換えればターゲットの組織を集束超音波により適切に治療できるかを、ナビゲーション画像を参照して判断することができる。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、検者がナビゲーション画像を参照しながら被検体に処置を施す際の使い勝手を向上させた処置支援システムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0019】

【図1】本実施形態の処置支援システムの全体構成図である。

【図2】本実施形態の処置支援システムを用いて被検体に処置を行なう際の様子と、超音波断層面とMRI画像の断層面との関係について示す図である。

【図3】超音波診断装置の構成を示す図である。

【図4】処置支援システムの動作を示すフロー図である。

【図5】処置支援システムのタイムチャートを示す図である。

【図6】MRI撮像と超音波撮像のタイミングを示す図である。

【図7】処置を始める前の関心領域及び穿刺針の進入計画経路の設定を行なう際の処置支援システムのGUI表示例を示す図である。

30

【図8】実際に処置を行なう段階における処置支援システムのGUI表示例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明を適用してなる処置支援システムの実施形態を説明する。図1は本実施形態の処置支援システムの構成図である。本実施形態の処置支援システムは、医用画像撮像装置としてMRI装置を適用し、MRI装置で撮像された被検体の3次元ボリュームデータを用いるものである。ただし、医用画像撮像装置はMRI装置に限られず、例えばX線CT装置など被検体の3次元ボリュームデータを撮像可能なものを用いることができる。

【0021】

MRI装置10は、例えば垂直磁場方式0.3T永久磁石MRI装置を用いることができる。すなわち、図1に示すように、MRI装置10は、被検体の周囲に垂直な静磁場を発生させる上部磁石12及び下部磁石14と、これら磁石を連結するとともに上部磁石12を支持する支柱16と、傾斜磁場をパルス的に発生させる図示していない傾斜磁場発生部と、静磁場中の被検体18に核磁気共鳴を生じさせる図示していないRF送信器と、被検体18からの核磁気共鳴信号を受信する図示していないRF受信器と、RF送信器及びRF受信器を制御する制御部20などを備えて構成されている。なお被検体18は、MRI装置10の診察台19に横臥している。

40

【0022】

なお、傾斜磁場発生部は、X、Y、Zの3方向の傾斜磁場コイルで構成され、傾斜磁場

50

電源からの信号に応じてそれぞれ傾斜磁場を発生する。RFコイルは、RF送信部の信号に応じて高周波磁場を発生する。RFコイルの信号は、図示していない信号検出部で検出されて信号処理され、また計算により画像信号に変換される。画像信号は、モニタで断層像として表示される。傾斜磁場電源、RF送信部、信号検出部などは、制御部で制御され、制御のタイムチャートは一般にパルスシーケンスと呼ばれている。被検体は、ベッドに横たわってRF受信コイル、RFコイル傾斜磁場コイルなどで囲まれた装置内の空間に搬送され、断層面の撮像が行われる。

#### 【0023】

本実施形態の処置支援システム100は、MRI装置10（医用画像撮像装置）で撮像された被検体の3次元ボリュームデータが格納されるデータ記録部22と、データ記録部22に格納された3次元ボリュームデータの断層面の切り出し画像をナビゲーション画像として生成するパーソナルコンピュータ24に含まれるナビゲーション画像生成手段と、ナビゲーション画像や処置を支援する情報を表示するモニタ26とを含んで構成されている。モニタ26は、MRI装置10に支持部28によって支持されているモニタを用いている。

10

#### 【0024】

また、処置支援システム100は、モニタ26に表示されたナビゲーション画像上に被検体の関心領域を設定する図示していない入力インターフェースと、被検体の関心領域に処置を施す処置デバイス（本実施形態では図2に示すように穿刺針30を用いる）の位置及び姿勢を3次元ボリュームデータの座標と対応付けて検出する位置検出器32（処置デバイス位置検出器）と、検出された穿刺針の位置及び姿勢に基づいてナビゲーション画像上に穿刺針を示す模擬画像を表示するパーソナルコンピュータ24に含まれる処置支援制御手段を備えて構成されている。

20

#### 【0025】

位置検出器32は、穿刺針の位置及び姿勢を3次元ボリュームデータの座標に対応付けて検出するのに加えて、被検体18との間で超音波を送受信する超音波探触子34の位置及び姿勢を3次元ボリュームデータの座標に対応付けて検出する探触子位置検出器としての機能も備えている。位置検出器32は、アーム36によってMRI装置10に支持されている。位置検出器32は、2台の赤外線カメラ38と、赤外線を発光する図示しない発光ダイオードを含んで構成されており、超音波探触子34や穿刺針30に取り付けられた3つのポインタ40の位置を検出することにより超音波探触子34や穿刺針30の位置及び姿勢を検出するものである。また、位置検出器32は、アーム36により移動可能に上部磁石12に連結され、MRI装置10に対する配置を適宜変更することができる。

30

#### 【0026】

なお、図1においては超音波探触子34を持った被検体のみを図示しているが、実際の処置の際には図2のようにして被検体のターゲットに対するアプローチが行なわれる。図2は、本実施形態の処置支援システムを用いて被検体に処置を行なう際の様子と、超音波断層面とMRI画像の断層面との関係について示す図である。図2(a)は、被検体に対して検者が処置を行なう際の様子を概略的に示しており、説明の便宜上、MRI装置10の図示を省略している。図2(a)に示すように、処置支援システムを用いて処置を行なう場合、2人の検者50がそれぞれ穿刺針30、超音波探触子34を持って被検体のターゲットに対するアプローチを行なう。ただし、1人の検者が穿刺針30と超音波探触子34を持って処置を行なってもよい。

40

#### 【0027】

MRI装置10により穿刺針30を含む断層面のMRI画像を取得するとともに、超音波探触子34により超音波断層面の断層画像或いは弾性画像を取得し、これらの画像はMRI装置10のモニタ26や超音波診断装置の表示部に表示される。検者50はこれらの画像を参照しながら被検体18のターゲットに対してアプローチを行なう。ここで、図2(b)に示すように、超音波探触子34による超音波断層面52と穿刺針30によるMRI撮像断層面54は必ずしも同一断面とは限らないので、それぞれ交互に撮像を行って、画

50

像情報を取得する。この点の詳細については後述する。

【0028】

図1に示すモニタ26は、データ記録部22に格納された3次元ボリュームデータから切り出された断層画像などからなるナビゲーション画像や、その他の処置を支援する情報を表示するものである。モニタ26は、モニタ支持部28により赤外線カメラ38同様上部磁石12に連結されており、移動可能になっている。基準ツール42は、赤外線カメラ38の座標系とMRI装置10の座標系をリンクさせるものである。基準ツール42は、3つの反射球44を備え、上部磁石12の側面に設けられている。パーソナルコンピュータ24には、赤外線カメラ38が検出し算出したポイント40の情報が、例えばRS232Cケーブル46を介して送信される。

10

【0029】

制御部20は、ワークステーションで構成され、MRI装置10の図示していないRF送信器、RF受信器などを制御する。また、制御部20は、パーソナルコンピュータ24と接続されている。パーソナルコンピュータ24は、赤外線カメラ38が検出して算出したポイント40の位置から穿刺針30を考慮してMRI装置10で利用可能な位置データに変換し、制御部20へ送信する。位置データは、撮像シーケンスの撮像断面へ反映される。新たな撮像断面で取得された画像はモニタ26に表示される。また、画像はデータ記録部22に同時記録される。穿刺針30に取り付けた3つのポイント40と穿刺針30との相対的な位置関係は既知になっているので、この3つのポイント40の位置を検出することにより、穿刺針30の位置及び姿勢を検出することができる。例えば、穿刺針30のある位置を常に撮像断面とする様に設定した場合、モニタ26には穿刺針30を常に含む断面が表示されることになる。

20

【0030】

ところで、本実施形態の処置支援システムは、超音波診断装置60を含んで構成されている。図3は超音波診断装置60の構成を示す図である。超音波診断装置60は、被検体18との間で超音波を送受信して得られた反射エコー信号を用いて、被検体18の超音波断層面の組織の断層画像、組織の硬さ又は軟らかさを示す弾性画像、又は複数の断層面の断層画像や弾性画像に基づく3次元画像を生成して表示するものである。

【0031】

超音波診断装置60は、被検体18に超音波を照射し受信する振動子素子を備えた超音波探触子34と、超音波信号を送受信する超音波送受信部62と、受信された反射エコーを整相加算してRF信号フレームデータを時系列に生成する整相加算部64と、RF信号フレームデータに基づいて断層画像(Bモード画像)を生成する断層画像構成部66とを有している。

30

【0032】

また、被検体のターゲットに加わる圧迫状態が異なる状態で取得された一对のRF信号フレームデータに基づいて被検体の断層面の生体組織の硬さ又は軟らかさを表す弾性情報(歪み又は弾性率)を求める弾性情報演算部68と、弾性情報演算部68で演算した歪み又は弾性率から弾性画像を構成する弾性画像構成部70とを有している。

【0033】

また、断層画像構成部66で生成された断層画像と弾性画像構成部70で生成された弾性画像の少なくとも一方を表示する表示部72と、上記各構成要素を制御する制御部74と、制御部74に指示を与えるコントロールパネル76とを有している。なお、断層画像と弾性画像の少なくとも一方は、超音波診断装置の専用の表示部72に映し出されるだけでなく、パーソナルコンピュータ24に転送されることで、画像処理が行われMRI装置10のモニタ26に映し出される。

40

【0034】

以下、超音波診断装置の各構成要素の詳細について説明する。超音波探触子34は、振動子素子が超音波探触子34の長軸方向に1~mチャンネル分配列される。ここで、短軸方向にもk個に切断されて1~kチャンネル分配列されている場合、短軸方向の各振動子

50

素子（1～kチャンネル）に与える遅延時間を変えることにより、短軸方向にも送波や受波のフォーカスをかけられるようになっている。また、短軸方向の各振動子素子に与える超音波送信信号の振幅を変えることにより送波重み付けがかけられ、短軸方向の各振動子素子からの超音波受信信号の増幅度又は減衰度を変えることにより受波重み付けがかけられるようになっている。さらに、短軸方向のそれぞれの振動子素子をオン、オフすることにより、口径制御ができるようになっている。

【0035】

なお、この超音波探触子34は、超音波送受信部62から供給される駆動信号に重畳して印加されるバイアス電圧の大きさに応じて超音波送受信感度つまり電気機械結合係数が変化する、例えばcMUT（Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer）を適用

10

【0036】

超音波送受信部62は、超音波探触子34に送信信号を供給すると共に受信した反射エコー信号を処理するもので、その内部には、超音波探触子34を制御し超音波ビームの打ち出しをさせる送波回路と、この打ち出された超音波ビームの被検体内からの反射エコー信号を受信し生体情報を収集する受波回路と、これらを制御する制御回路とを有している。

【0037】

整相加算部64は、超音波送受信部62で増幅されたRF信号を入力して位相制御し、複数の収束点に対し収束した超音波ビームを形成してRF信号フレームデータを生成するものである。

20

【0038】

断層画像構成部66は、整相加算部64から出力されたRF信号フレームデータを断層画像に変換するもので、順次入力されるRF信号フレームデータに基づいて断層画像を形成するデジタルスキャンコンバータと、断層画像を記憶する磁気ディスク装置及びRAMからなる記憶装置とからなり、RF信号フレームデータを信号処理して断層画像を生成して出力する。また、断層画像構成部66は、複数断層面の断層画像に基づいて3次元画像を生成したり、各種ドプラ画像を生成したりする機能も有している。

30

【0039】

弾性情報演算部68は、整相加算部64から出力されるRF信号フレームデータについて、被検体のターゲットに加わる圧迫状態が異なる状態で取得された一对のRF信号フレームデータを選択するRF信号フレームデータ選択部と、一对のRF信号フレームデータに基づいて被検体の生体組織に生じた変位を計測し変位フレームデータを生成する変位計測部とを有しており、変位計測部で計測された変位フレームデータに基づいて連続的な圧迫過程における被検体の生体組織の硬さ又は軟らかさを表す弾性情報、例えば歪み又は弾性率（ヤング率）を求める。

【0040】

このとき、歪みのデータは、生体組織の移動量例えば変位を空間微分することによって算出される。また、弾性率のデータは、圧力の変化を移動量の変化で除することによって計算される。例えば、変位計測部により計測された変位を  $L$ 、超音波探触子34に取り付けた圧力センサにより計測された圧力を  $P$  とすると、歪み（ $S$ ）は、 $L$  を空間微分することによって算出することができるから、 $S = L / X$  という式を用いて求められる。また、弾性率データのヤング率  $Y_m$  は、 $Y_m = (P) / (L / L)$  という式によって算出される。このヤング率  $Y_m$  から断層像の各点に相当する生体組織の弾性率が求められるので、2次元の弾性画像データを連続的に得ることができる。なお、ヤング率とは、物体に加えられた単純引張り応力と、引張りに平行に生じるひずみに対する比である。

40

【0041】

弾性画像構成部70は、フレームメモリと画像処理部とを含んで構成されており、弾性

50

情報演算部 68 から時系列に出力される弾性フレームデータをフレームメモリに確保し、確保されたフレームデータを画像処理部により画像処理を行うものである。表示部 72 は、断層画像構成部 66 や弾性画像構成部 70 で生成された画像を表示するもので、例えば CRT モニタ、液晶モニタからなる。

【0042】

制御部 74 は、上記各構成要素の動作を制御するもので、ユーザインターフェース回路とのインターフェースを有する制御用コンピュータシステムより構成されている。

【0043】

続いて、本実施形態の処置支援システム 100 の動作について説明する。図 4 は処置支援システムの動作を示すフロー図である。まず、被検体 18 に処置を施す前準備として、MRI 装置 10 により被検体 18 の 3 次元ボリューム撮像を行って、データ記録部 22 に格納する (STEP 101)。続いて、データ記録部 22 から読み出した 3 次元ボリュームデータの被検体 18 の処置のターゲットとなる組織が含まれる断層像、例えば直交 3 平面を切り出して、ナビゲーション画像としてモニタ 26 に表示する。検者 50 は、入力インターフェースを介してナビゲーション画像上のターゲットに対して関心領域を設定する (STEP 102)。さらに、入力インターフェースを介してターゲットに対してどのような経路で穿刺針 30 を進入させるか進入計画経路を設定する (STEP 103)。

10

【0044】

従来 of 処置支援システムであれば、この後、位置検出器 32 により穿刺針 30 の位置及び姿勢を検出し、検出された穿刺針 30 の位置及び姿勢に基づいてナビゲーション画像上に穿刺針 30 のリアルタイムの位置を表示する。検者 50 は、ナビゲーション画像上に設定した進入計画経路に沿って穿刺針 30 が進入されているかを確認しながら穿刺処置を行なう。

20

【0045】

しかしながら、ナビゲーション画像上に関心領域及び進入計画経路を設定した後、実際に穿刺処置を行なう際に、被検体 18 が動いたり、或いは検者 50 が被検体 18 を固定するために被検体 18 を押圧したりすることに起因して、被検体の穿刺ターゲットが移動或いは変形する場合がある。ターゲットの移動或いは変形により、処置前にナビゲーション画像上で設定した関心領域の位置と現実の被検体のターゲットの位置がずれることになるので、予め設定しておいた関心領域や計画経路は意味をなさなくなってしまうおそれがある。仮にターゲットの位置がずれた場合、いったん処置を中断して、再度 3 次元ボリュームデータを取得して関心領域及び計画経路を再設定する必要性が生じるので使い勝手の面で好ましくない。

30

【0046】

このような問題に鑑みてなされた本実施形態の処置支援システム 100 は、処置支援制御手段が、超音波診断装置 60 の弾性情報演算部 68 により被検体 18 の断層面の組織の弾性情報を求め、この弾性情報に基づいて、超音波断層面における関心領域 (超音波像関心領域) を検出し、この検出された超音波像関心領域をナビゲーション画像上に反映することを特徴としている。以下、本実施形態の処置支援システム 100 の特徴点について詳細に説明する。

40

【0047】

図 4 に示すように、本実施形態の処置支援システム 100 は、被検体 18 に対する処置を開始するにあたって、3D ナビゲーションを起動し (STEP 104)、位置検出器 32 にて穿刺針 30 の位置検出を開始する (STEP 105)。これに加えて、超音波探触子 34 を被検体 18 に当てて超音波撮影を開始する (STEP 106)。

【0048】

超音波撮像において、断層画像 (B モード画像) に加えてエラストグラフィによる弾性画像を取得し、弾性画像に基づいて画像解析によりターゲット位置を算出する (STEP 107)。具体的には、ナビゲーション画像上で検者 50 が入力インターフェースを介して設定した関心領域の組織の弾性情報は予め既知となっており、弾性画像の断層面の複数

50

計測点の弾性情報のうち、ナビゲーション画像上で設定した関心領域の組織の弾性情報に対応する領域をターゲット位置（超音波像関心領域）として検出する。

【0049】

続いて、位置検出器32により超音波探触子34の位置及び姿勢が検出されることによりターゲットの位置情報が求められてナビゲーションに転送され（STEP108）、ターゲット位置はナビゲーション画像に反映される（STEP109）。ここで、ナビゲーション画像の直交3平面のうちいずれかの断層面と弾性画像の断層面（超音波断層面）とが対応する断層面である場合には、そのままナビゲーション画像上の対応する位置に超音波像関心領域を表示することで反映する。ここで、関心領域及び超音波像関心領域は線によって囲まれた領域とすることもできるし、特定の図形や矢印などを表示したものでもよい。要は、関心領域や超音波像関心領域の位置、大きさ、形などを示すものであればよい。

10

【0050】

一方、ナビゲーション画像の直交3平面のうちいずれかの断層面と弾性画像の断層面（超音波断層面）とが対応する断層面でない場合には、そのままでは超音波像関心領域をナビゲーション画像上に反映できない。そこで、この場合には、ナビゲーション画像の断層面を変えて、弾性画像の断層面を1つの断層面とする直交3平面をナビゲーション画像として表示する。直交3平面のいずれにもターゲットが表示されるように直交3平面を設定するのが好ましい。そして、弾性画像の断層面に対応するナビゲーション画像上の対応する位置に超音波像関心領域を表示することにより反映させる。

20

【0051】

続いて、位置検出器32にて穿刺針30の位置及び姿勢を検出して、穿刺針30の位置及び姿勢に基づいて穿刺針30の模擬画像をナビゲーション画像上に表示する（STEP110）。これにより、処置前に設定した関心領域及び進入計画経路と、現実のターゲットの位置及び穿刺針30とのズレ量を検者50に提示することができる。また、必要に応じてISC（インタラクティブスキャンコントロール：Interactive Scan Control）等の付属機能を用いてMRI画像を表示する（STEP111）。そして、被検体18に対する穿刺針30の位置合わせが終了するまでSTEP107～STEP111までの処理が繰り返される（STEP112）。

【0052】

被検体18に対する穿刺針30の位置合わせが終了すると、検者による処置（治療）が開始される（STEP113）。例えば処置デバイスが穿刺針30の場合は、ここで被検体18のターゲット組織の採集が行なわれる。処置デバイスが集束超音波により被検体18のターゲット組織を治療可能な治療用探触子の場合であれば、ここでターゲット組織に対して集束超音波が照射されて組織を熱凝固する温度以上に加熱する。

30

【0053】

その後、ISCによるリアルタイムのMRI画像、超音波撮像による断層画像、弾性画像を参照して処置の効果確認（治療の効果確認）を行い（STEP114）、問題なければ終了する。効果が充分でない場合は、STEP107に戻って処理を繰り返す。処置デバイスが集束超音波の治療用探触子の場合には、集束超音波の焦点位置を深度方向やビームライン方向に変えながら、ターゲットの治療部位の全体を治療することができる。この場合、ISCによるリアルタイムのMRI画像、超音波撮像による断層画像、弾性画像の断層面の位置を変えながらターゲットの治療部位の全体の治療効果の確認を行い、問題なければ処置を終了する。

40

【0054】

図5は本実施形態の処置支援システム100のタイムチャートを示す図である。図5のタイムチャートは、超音波診断装置60、MRI装置10、検者50の処理、及びパーソナルコンピュータ24に含まれるナビゲーション画像処理系のそれぞれが行なう処理或いは動作を時系列に表示したものである。図5に示すように、まずはMRI装置10により3次元ボリューム撮像が行われ、データ記録部22に格納される（STEP201）。続

50

いて、ナビゲーション画像処理系（ナビゲーション画像生成手段）により、3次元ボリュームデータが読み出されて検者に指定された断面で切り出されてナビゲーション画像として表示される（STEP 202）。検者50は、ナビゲーション画像上に映し出されたターゲットに対して、関心領域、及び穿刺針30の進入計画経路が設定される（STEP 203）。処置デバイスが集束超音波による治療用探触子の場合には、入力インターフェースを介してナビゲーション画像上で関心領域への集束超音波の照射計画経路及び集束計画位置を設定する。

#### 【0055】

検者により処置が開始されると（STEP 204）、穿刺針30の3次元位置が検出され（STEP 205）、検出された位置情報は穿刺針位置情報としてMRI装置10に送信される（STEP 206）。一方で、超音波診断装置60により弾性画像が撮像されて（STEP 207）、撮像された弾性画像情報はナビゲーション画像処理系に送信される（STEP 208）。

10

#### 【0056】

弾性画像情報がナビゲーション画像処理系に送信されると、ナビゲーション画像処理系により、弾性画像におけるターゲット位置（超音波関心領域）が検出され（STEP 209）、検出された超音波関心領域が穿刺針30の位置情報とともにナビゲーション画像上に反映される（STEP 210）。一方、MRI装置10によりISC撮像が行なわれると（STEP 211）、穿刺針30を含む断面のMRI画像がリアルタイムに撮像されてナビゲーション画像処理系へ送信される（STEP 212）。ナビゲーション画像処理系によりリアルタイムのMRI画像が表示される（STEP 213）。ナビゲーション画像処理系により、穿刺針30の検出された位置及び姿勢に基づいて穿刺針30の進入経路（進入経路の模擬画像）がナビゲーション画像上に表示される（STEP 214）。処置デバイスが集束超音波による治療用探触子の場合、治療用探触子の検出された位置及び姿勢に基づいて集束超音波の照射経路及び集束位置（照射経路及び集束位置を示す模擬画像）がナビゲーション画像上に表示される。

20

#### 【0057】

検者50は、予め設定された関心領域、進入計画経路と併せて超音波関心領域と現在の穿刺針の3次元位置に基づく進入経路をナビゲーション画像上で参照することにより、ターゲットの位置ずれを認識して、処置（穿刺）を実行する（STEP 215）。穿刺処置の他、集束超音波によりターゲットの組織を治療した場合には、例えばISC撮像によるリアルタイムのMRI画像や超音波撮像による断層画像、弾性画像を参照して治療の効果を確認する（STEP 215）。

30

#### 【0058】

ところで本実施形態の処置支援システム100は、上述のISC（インタラクティブスキャンコントロール）撮像におけるMRI画像の撮像と、超音波画像の撮像を図6に示すように交互に行なっている。図6は、MRI撮像と超音波撮像のタイミングを示す図である。図6において横軸は時間軸を示している。図6に示すように、時間軸上にMRI信号を取得する時間80と超音波信号を取得する時間82が交互に設けられている。すなわち、MRI信号84、超音波信号86、MRI信号88、・・・MRI信号90、超音波信号92、MRI信号94の順に画像信号が取得されて、それぞれMRI画像96、超音波画像98がリアルタイムに生成されてモニタ26に表示される。なお、ここでの超音波画像は、断層画像と弾性画像の少なくともいずれか一方を含む画像のことである。また、MRI信号を取得する時間80と超音波信号を取得する時間82は、それぞれ検者50が任意に設定することができる。

40

#### 【0059】

このようにMRI撮像と超音波撮像を交互に行なうのは、MRI画像と超音波画像の両者を同時に撮像すると、超音波送受信などに起因する電磁波ノイズがMRI画像に重畳されて、MRI画像の画質が悪くなるためである。本実施形態のように両者を交互に撮像することにより、互いの画像の画質を良好に保つことができる。なお本実施形態では、MR

50

I 画像は、穿刺針 30 を含む断面の画像を撮像するよう設定している例を示しているが、MRI 画像を撮像する断面は検者が入力インターフェースを介して任意に設定できる。例えば超音波断層面に対応する断層面の MRI 画像を撮像するよう設定することができる。

#### 【0060】

図 7 は、処置を始める前の関心領域及び穿刺針の進入計画経路の設定を行なう際の処置支援システムの GUI 表示例を示す図である。図 7 に示すように、処置支援システム 100 に備えられたボタン構成は 3D Scan ボタン 102、関心領域設定ボタン 104、穿刺計画経路設定ボタン 106、ターゲット位置自動調整ボタン 108、ISC ボタン 110、3D ナビゲーションボタン 112 で構成されている。最初に検者 50 が 3D Scan ボタン 102 を押下することで、MRI 装置 10 による 3 次元ボリュームデータ撮像が開始される。

10

#### 【0061】

撮像された 3 次元ボリュームデータは、データ記録部 22 に格納され、格納された 3 次元ボリュームデータから直交 3 平面、つまり Axial 断面 114、Sagittal 断面 116、Coronal 断面 118 が切り出されて表示される。この直交 3 平面の位置は検者 50 が入力インターフェースを介して任意に調節することができる。検者 50 は各断面に穿刺のターゲットが映し出されるように直交 3 平面それぞれの位置を調節する。また、公知のボリュームレンダリング技術を用いて Volume Rendering 画像 120 も表示される。Axial 断面 114、Sagittal 断面 116、Coronal 断面 118、及び Volume Rendering 画像 120 は、モニタ 26 の左側に表示され、ナビゲーション画像の一部を構成している。

20

#### 【0062】

検者 50 は、関心領域設定ボタン 104 を押下して、ナビゲーション画像上に映し出されたターゲットに入力インターフェースを介してマークをつけることにより関心領域 122 を設定する。続いて、穿刺計画経路設定ボタン 106 を押下して、ナビゲーション画像上で、入力インターフェースを介して穿刺針 30 の進入計画経路 124 を描画して設定する。以上で事前作業が終了となる。また、MRI 装置のモニタの右側には、被検体 18 のスライス情報を表示する画面 126、MRI 装置情報・被検体情報・画像情報・処置デバイス情報等の詳細を示す画面 128 が表示されている。

#### 【0063】

これに対して図 8 は、実際に処置を行なう段階における処置支援システムの GUI 表示例を示す図である。モニタ 26 の左側には処置前と同様に、Axial 断面 114、Sagittal 断面 116、Coronal 断面 118、及び Volume Rendering 画像 120 が表示される。一方、モニタ 26 の右側には、ISC (インタラクティブスキャンコントロール) による処置デバイス追跡撮像画面 130 が表示される。処置デバイス追跡撮像画面 130 上には、リアルタイムで検出される穿刺針 30 の位置及び姿勢に基づいて穿刺針 30 の模擬画像 132 と穿刺針 30 の進入経路 134 が重畳表示されている。なお、モニタ 26 の左側のナビゲーション画像上においても同様に、リアルタイムで検出される穿刺針 30 の位置及び姿勢に基づいて穿刺針 30 の模擬画像 132 と穿刺針 30 の進入経路 134 が重畳表示されている。

30

40

#### 【0064】

検者がターゲット位置自動調整ボタン 108 を押下することで超音波撮影が始まり、断層画像撮影と弾性画像撮影が開始される。これにより得られた超音波画像情報を Volume Rendering 画像 120 上に重畳表示した画像が超音波重畳画像 136 として表示される。超音波重畳画像 136 には、リアルタイムで検出される超音波探触子 34 の位置及び姿勢に基づいて超音波探触子 34 の模擬画像 138 が表示される。また、超音波重畳画像 136 上に、被検体 18 の断層面の組織の弾性情報に基づいて検出された超音波像関心領域 140 つまりリアルタイムのターゲットの位置を表示することによりターゲットの位置を立体的に把握できるようになっている。

#### 【0065】

50

またモニタ 26 には、弾性画像におけるターゲットが含まれる領域を拡大した拡大画像 142 が表示されている。拡大画像 142 上には、処置前にナビゲーション画像上で検者が設定した関心領域 122 と、被検体の断層面の組織の弾性情報に基づいて検出された超音波像関心領域 140 の相対的な位置関係が分かるように両者を表示している。

【0066】

さらにモニタ 26 には、処置前に設定した関心領域 122、進入計画経路 124、及び処置中に生成された超音波像関心領域 140、穿刺針 30 の模擬画像 132、穿刺針 30 の進入経路 134、超音波探触子 34 の模擬画像 138 のみを抜き出して表示した抜き出し画像 144 が表示される。抜き出し画像 144 は、穿刺針 30 と被検体の処置ターゲットとの位置合わせに必要な情報のみを抜き出して表示したものである。この抜き出し画像 144 には X, Y, Z の 3 軸画像 146 が表示される。

10

【0067】

ここで、検出された超音波像関心領域 140 に基づくリアルタイムのターゲット位置は、モニタ左側のナビゲーション画像上にリアルタイムに反映される。また、リアルタイムで検出される穿刺針 30 の位置及び姿勢に基づいて穿刺針 30 の模擬画像 132 が生成され、モニタ左側のナビゲーション画像上にリアルタイムに表示される。さらに、リアルタイムに検出した穿刺針 30 の位置及び姿勢に基づいて穿刺針 30 の進入経路 134 がナビゲーション画像上にリアルタイムに表示される。なお、穿刺針 30 の進入経路 134 は、穿刺針 30 の位置及び姿勢に基づいて自動で生成されて表示されるようになっている。

【0068】

これにより、検者 50 は、処置前に検者が設定した関心領域 122 に対して、リアルタイムに検出した超音波像関心領域 140 つまりターゲットの現在位置がどの程度ずれているか、或いはずれていないかを把握することができる。また、穿刺針 30 のリアルタイムの模擬画像 132 と、穿刺針 30 の進入経路 134 を参照することにより、穿刺針 30 がターゲットに対して適切に進入しているかを一目で把握することができる。なお図 8 においては、穿刺針 30 の進入経路 134 が超音波像関心領域 140 に交差しているため、検者 50 は、このまま穿刺針 30 を進入させればターゲットの組織の採集ができることを認識することができる。

20

【0069】

以上、本実施形態の処置支援システム 100 によれば、被検体 18 の処置ターゲットの位置をリアルタイムに検出して、ナビゲーション画像にフィードバックしているため、検者 50 は、常に適切かつ低侵襲な処置アプローチを行なうことができる。また、処置前/処置中に求めたターゲットの位置情報及び処置経路情報だけでなく、処置結果や治療結果情報を検者 50 にリアルタイムに表示できることから、従来の処置支援システムに比べてより正確に安定した処置支援が可能となる。これにより、処置時における画像誘導（ナビゲーション）精度の向上だけでなく、合併症予防と検者・被検体に対するストレス低減と処置時間短縮による低侵襲が期待できる。

30

【符号の説明】

【0070】

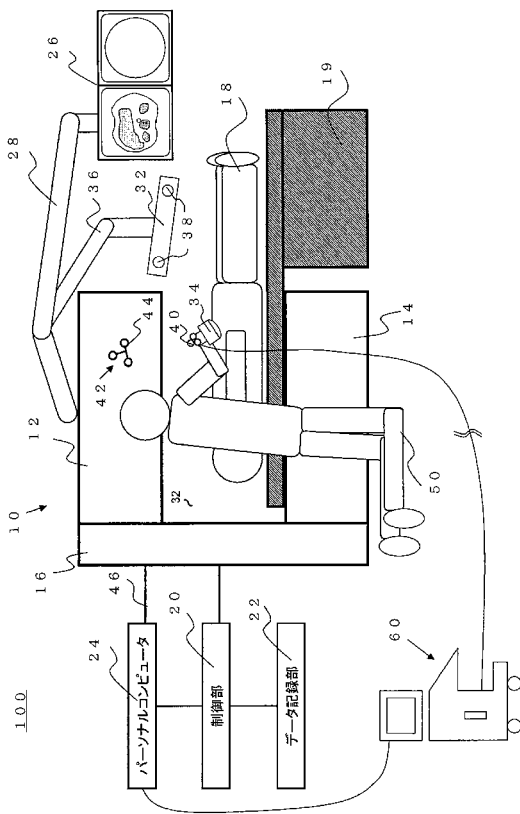
- 10 MRI 装置
- 18 被検体
- 20 制御部
- 22 データ記録部
- 24 パーソナルコンピュータ
- 26 モニタ
- 30 穿刺針
- 32 位置検出器
- 34 超音波探触子
- 50 検者
- 52 超音波断層面

40

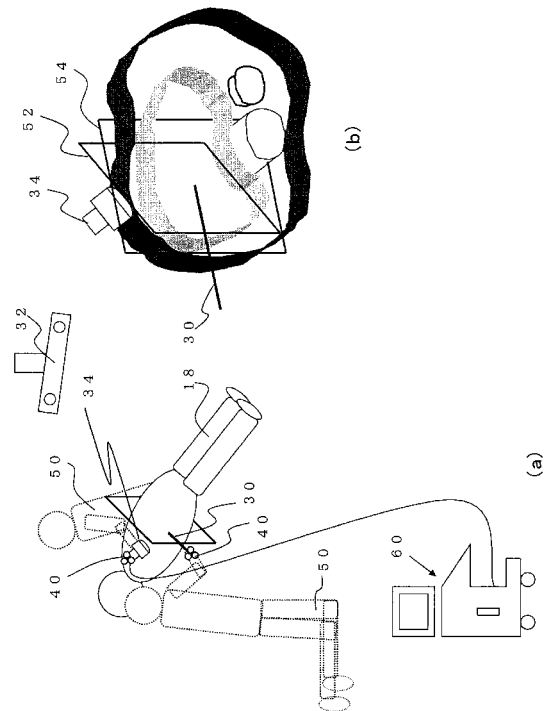
50

- 5 4 M R I 撮 像 断 層 面
- 6 0 超 音 波 診 断 装 置
- 6 8 弾 性 情 報 演 算 部
- 7 2 表 示 部
- 8 0 M R I 信 号 を 取 得 す る 時 間
- 8 2 超 音 波 信 号 を 取 得 す る 時 間
- 1 0 0 処 置 支 援 シ ス テ ム
- 1 2 2 関 心 領 域
- 1 2 4 進 入 計 画 経 路
- 1 3 0 処 置 デ バ イ ス 追 随 撮 像 画 面
- 1 3 2 穿 刺 針 の 模 擬 画 像
- 1 3 4 穿 刺 針 の 進 入 経 路
- 1 3 8 超 音 波 探 触 子 の 模 擬 画 像
- 1 4 0 超 音 波 像 関 心 領 域

【 図 1 】

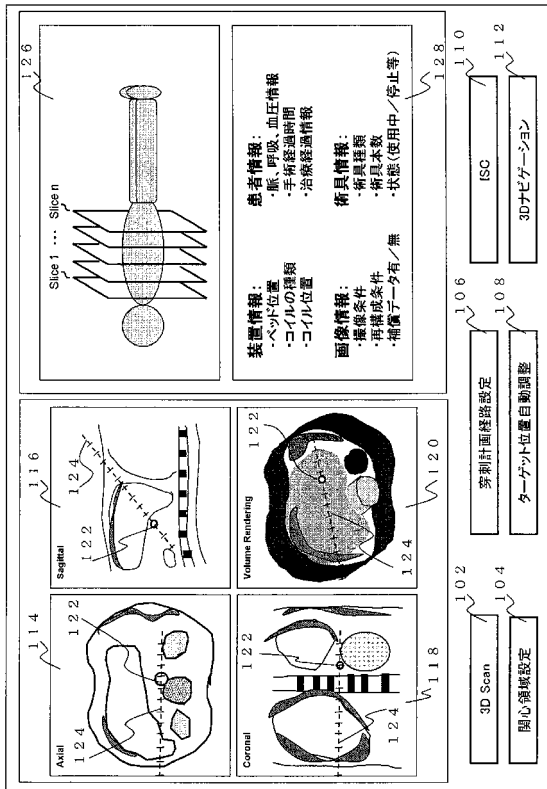


【 図 2 】

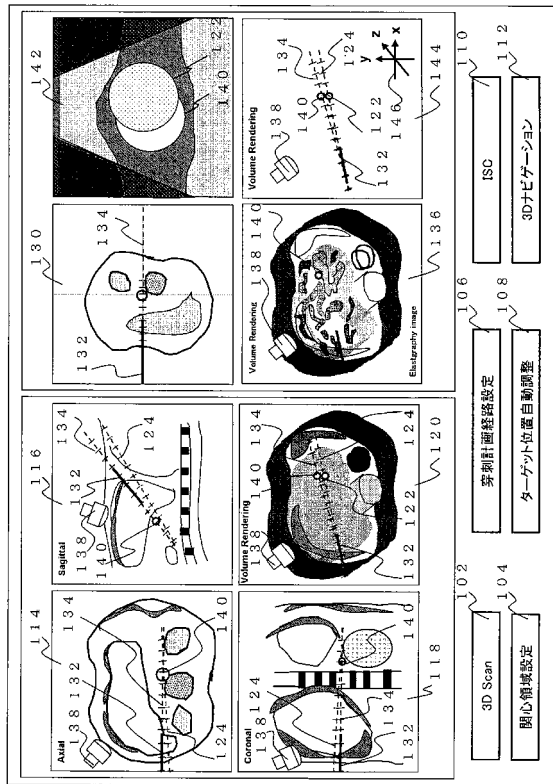




【 図 7 】



【 図 8 】



专利名称(译)	治疗支持系统		
公开(公告)号	<a href="#">JP2011050625A</a>	公开(公告)日	2011-03-17
申请号	JP2009203526	申请日	2009-09-03
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	仲本秀和		
发明人	仲本 秀和		
IPC分类号	A61B5/055 A61B8/00		
FI分类号	A61B5/05.380 A61B8/00 A61B5/05.390 A61B5/055.380 A61B5/055.390		
F-TERM分类号	4C096/AA18 4C096/AB37 4C096/AB41 4C096/AD14 4C096/DC20 4C096/DC36 4C601/BB03 4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/EE11 4C601/EE16 4C601/FF03 4C601/FF12 4C601/FF15 4C601/GA20 4C601/JC21 4C601/JC37 4C601/KK25 4C601/KK31 4C601/LL33		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

本发明提供一种治疗支持系统，其中当检查者在参考导航图像的同时治疗对象时，可用性得到改善。解决方案：通过MRI设备对对象的三维体数据进行成像（S101）。在从三维体数据切出的导航图像上设置感兴趣区域和穿刺针的计划进入路线（S102,103）。激活3D导航以检测穿刺针的位置和姿势（S104,105）。这里，开始超声波成像以获得对象的超声波断层平面的组织的弹性信息（S106,107）。治疗支持系统通过基于弹性信息实时检测超声波断层平面中的关注超声图像区域来检测目标位置（S107），并将其传送并反映在导航图像上（S108,109）。检查者可以通过参考感兴趣的超声图像区域来掌握实际目标位置。[选图]图4

