

(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2006-146863

(P2006-146863A)

(43) 公開日 平成18年6月8日(2006.6.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 3/00 (2006.01)	G06T 3/00 300	4C060
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	4C082
A61B 17/34 (2006.01)	A61B 17/34 310	4C601
A61N 5/10 (2006.01)	A61N 5/10 P	5B057
G06T 1/00 (2006.01)	G06T 1/00 290D	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-80897 (P2005-80897)	(71) 出願人	000153498 株式会社日立メディコ
(22) 出願日	平成17年3月22日 (2005.3.22)		東京都千代田区内神田1丁目1番14号
(31) 優先権主張番号	特願2004-304699 (P2004-304699)	(74) 代理人	100075959 弁理士 小林 保
(32) 優先日	平成16年10月19日 (2004.10.19)	(74) 代理人	100074181 弁理士 大塚 明博
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100115462 弁理士 小島 猛
		(72) 発明者	石田 一成 東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株式会社日立メディコ内
		(72) 発明者	窪田 純 東京都千代田区内神田一丁目1番14号 株式会社日立メディコ内
		最終頁に続く	

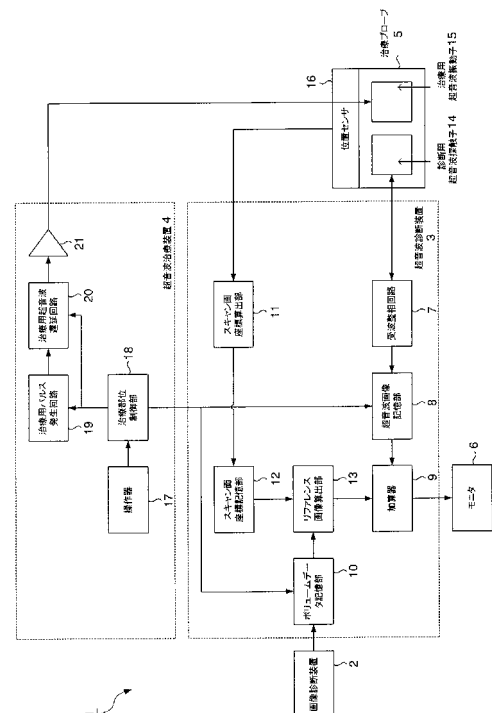
(54) 【発明の名称】 治療システム

(57) 【要約】

【課題】 正確な治療を行うことを目的とした治療システムを提供する。

【解決手段】 治療システム1は、画像診断装置2と超音波診断装置3と超音波治療装置4とを備えて構成されている。超音波治療装置4での被検者に対する治療位置は、第一の治療計画部位に基づいて決定した第二の治療計画部位の情報を取り込んで治療位置を確定するようになっている。第一の治療計画部位は、画像診断装置2で撮像されたマルチスライス画像のボリュームデータから断層像データを抽出してなるリファレンス画像に基づいて指定した部位であり、第二の治療計画部位は、超音波診断装置3の超音波探触子14により獲得した超音波画像に基づいて指定した部位であるものとする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像診断装置と超音波診断装置と治療装置とを備えて構成し、

前記治療装置での被検者に対する治療位置は、第一の治療計画部位に基づいて決定した第二の治療計画部位の情報を入力又は取り込んで確定する、或いは、前記第一の治療計画部位及び前記第二の治療計画部位の双方の情報を入力又は取り込んで確定するものとし、

前記第一の治療計画部位は、前記画像診断装置で取得したボリュームデータから断層像データを抽出してなるリファレンス画像に基づいて指定した部位であり、前記第二の治療計画部位は、前記超音波診断装置の超音波探触子により獲得した超音波画像に基づいて指定した部位である

10

ことを特徴とする治療システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の治療システムにおいて、

前記治療装置で実際に行った治療位置の情報に基づいて、前記第一の治療計画部位、或いは、前記第一の治療計画部位と前記第二の治療計画部位の双方に、治療済み部位を重畳して表示する

ことを特徴とする治療システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の治療システムにおいて、

前記治療装置で実際に行った治療位置の位置情報と前記超音波探触子の位置情報とに基づいて位置ズレを求める手段を有し、該手段は前記位置ズレを基に超音波走査位置を指定する

20

ことを特徴とする治療システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の治療システムにおいて、

前記被検者の臓器或いは治療すべき患部への栄養供給を行っている血管を対象として前記治療位置を確定する

ことを特徴とする治療システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、画像診断装置と超音波診断装置と治療装置とを備えて構成される治療システムに関し、詳しくは、治療装置が超音波治療装置、放射線治療装置、ハイパーサーミア治療装置のいずれかであるときに好適な治療システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波探触子により獲得した超音波画像と、X線CT装置やMRI装置等の画像診断装置で撮像されたマルチスライス画像のボリュームデータから、上記超音波探触子のスキャン画に対応した断層像データを抽出してなるリファレンス画像とを、並べて若しくは重ねて、又は一定時間間隔で交互に表示画面に表示することができるよう構成した超音波診断装置としては、下記特許文献1の開示技術のものが知られている。その下記特許文献1の開示技術の超音波診断装置では、現在得られている超音波画像と、これと同様の部位についての画像診断装置による解剖学的画像との位置関係付けを自動的に行い、所望部位の位置確認等を簡単、迅速、且つ正確に行えるようになっている。

40

【特許文献1】特開平10-151131号公報（第3-5頁、第1-3図）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

ところで、上記従来技術にあっては、所望部位の位置確認を目視により行うことができるものの、これを用いて被検者の治療位置に係る十分な治療計画を策定するまでには至っ

50

ておらず、その結果、治療装置を用いて被検者に対し治療を行う際には、確認した所望部位の位置と治療装置で確定した治療部位とに位置ズレ等が発生し易くなる。

【 0 0 0 4 】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、位置ズレ等を抑え正確な治療を行うことを目的とした治療システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

上記課題を解決するためになされた請求項 1 記載の本発明の治療システムは、画像診断装置と超音波診断装置と治療装置とを備えて構成し、前記治療装置での被検者に対する治療位置は、第一の治療計画部位に基づいて決定した第二の治療計画部位の情報を入力又は取り込んで確定する、或いは、前記第一の治療計画部位及び前記第二の治療計画部位の双方の情報を入力又は取り込んで確定するものとし、前記第一の治療計画部位は、前記画像診断装置で取得したボリュームデータから断層像データを抽出してなるリファレンス画像に基づいて指定した部位であり、前記第二の治療計画部位は、前記超音波診断装置の超音波探触子により獲得した超音波画像に基づいて指定した部位であることを特徴としている。

10

【 0 0 0 6 】

このような特徴を有する本発明によれば、リファレンス画像や超音波画像を基にして被検者の治療位置に係る治療計画を緻密に策定し、これを治療装置に反映させる構成の治療システムになる。リファレンス画像は、超音波探触子のスキャン面に対応した断層像データを抽出してなるものであり、超音波画像とその超音波画像よりも画質の良いリファレンス画像とを用いて策定される治療計画は、精度の良いものとなる。そして、このような治療計画を治療装置に反映させると、正確な治療を行うことができるようになる。

20

【 0 0 0 7 】

請求項 2 記載の本発明の治療システムは、請求項 1 に記載の治療システムにおいて、前記治療装置で実際に行った治療位置の情報に基づいて、前記第一の治療計画部位、或いは、前記第一の治療計画部位と前記第二の治療計画部位の双方に、治療済み部位を重畳して表示することを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

このような特徴を有する本発明によれば、治療済み部位を表示することにより、再度治療を行ってしまうことや、治療もれを防止することができるようになり、より良い治療を行うことができるようになる。

30

【 0 0 0 9 】

請求項 3 記載の本発明の治療システムは、請求項 1 に記載の治療システムにおいて、前記治療装置で実際に行った治療位置の位置情報と前記超音波探触子の位置情報とに基づいて位置ズレを求める手段を有し、該手段は前記位置ズレを基に超音波走査位置を指定することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

このような特徴を有する本発明によれば、正確に治療部位を治療しているか、量は適切か、非治療部位に対する影響はないか、等の判定に有効になる。

40

【 0 0 1 1 】

請求項 4 記載の本発明の治療システムは、請求項 1 に記載の治療システムにおいて、前記被検者の臓器或いは治療すべき患部への栄養供給を行っている血管を対象として前記治療位置を確定することを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

このような特徴を有する本発明によれば、被検者の臓器或いは治療すべき患部への栄養供給を行っている血管が治療装置の治療対象となる。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

請求項 1 に記載された本発明によれば、従来よりも正確な治療を行うことができるとい

50

う効果を奏する。また、請求項 2 に記載された本発明によれば、再度治療を行ってしまうことや、治療もれを防止することができるという効果を奏する。また、請求項 3 に記載された本発明によれば、治療効果を判定することができるという効果を奏する。また、請求項 4 に記載された本発明によれば、被検者の臓器或いは治療すべき患部への栄養供給を行っている血管を対象として治療を行うことができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の治療システムは、以下で詳細に説明するが、画像診断装置と超音波診断装置と治療装置とを備えて構成されている。治療装置での被検者に対する治療位置は、以下で説明する第一の実施形態及び第二の実施形態の場合、第一の治療計画部位に基づいて決定した第二の治療計画部位の情報を取り込んで治療位置を確定するようになっている。また、以下で説明する第三の実施形態の場合では、第一の治療計画部位及び第二の治療計画部位の双方の情報を取り込んで治療位置を確定するようになっている。

10

【0015】

上記第一の治療計画部位は、画像診断装置で撮像されたマルチスライス画像のボリュームデータから断層像データを抽出してなるリファレンス画像に基づいて指定した部位であり、第二の治療計画部位は、超音波診断装置の超音波探触子により獲得した超音波画像に基づいて指定した部位であるものとする。

【0016】

治療装置は、超音波治療装置、放射線治療装置、ハイパーサーミア治療装置のいずれかが好適であるものとし、第一の実施形態及び第二の実施形態では超音波治療装置を例に、第三の実施形態では放射線治療装置を例に挙げて説明する。

20

【0017】

以下、図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の治療システム（超音波治療システム）の第一の実施形態を示す構成図である。

【0018】

図 1 において、第一の実施形態における本発明の治療システム（超音波治療システム）1 は、その主要部として、画像診断装置 2 と、超音波診断装置 3 と、超音波治療装置 4 とを備えて構成されている。また、治療システム 1 は、治療プローブ 5 と、モニタ 6 とを備えて構成されている。以下、各構成について説明する。

30

【0019】

上記画像診断装置 2 は、本形態において、超音波画像のリファレンス画像となるボリュームデータを取得するための装置であって、特に限定するものではないが、例えば、X 線コンピュータ断層撮影装置（X 線 CT 装置）や磁気共鳴撮影装置（MRI 装置）などが適用されている。CT 画像や MRI 画像は、周知の如く超音波画像よりも高画質であることから、画質が劣る超音波画像のリファレンス画像として適している。画像診断装置 2 は周知構成の装置であるものとし、ここでは詳細な説明を省略する。

【0020】

画像診断装置 2 と超音波診断装置 3 は、例えばネットワークを介して接続されている。画像診断装置 2 は、ネットワークを介してリファレンス画像となるボリュームデータを超音波診断装置 3 へ転送することができるように構成されている。言い換えれば、超音波診断装置 3 は、ボリュームデータを画像診断装置 2 から転送することができるように構成されている。ボリュームデータの転送は、上記ネットワークに限らず、例えば、可搬性記憶媒体を用いるようにしても当然によいものとする。

40

【0021】

上記超音波診断装置 3 は、受波整相回路 7 と、超音波画像記憶部 8 と、加算器 9 と、ボリュームデータ記憶部 10 と、スキャン面座標算出部 11 と、スキャン面座標記憶部 12 と、リファレンス画像算出部 13 とを備えて構成されている。また、超音波診断装置 3 は、治療プローブ 5 に含まれる診断用の超音波探触子 14 を備えて構成されている。

【0022】

50

尚、超音波診断装置 3 に備えられる一般的な機能についてはその図示が省略されているものとする。すなわち、図 1 には、超音波診断装置 3 の主要部の機能のみが示されているものとする（超音波治療装置 4 及び治療プローブ 5 も同様に主要部の機能のみが図示されているものとする）。

【0023】

受波整相回路 7 は、治療プローブ 5 の超音波探触子 14 に接続されている。受波整相回路 7 は、超音波探触子 14 により被検者の生体内から受信した超音波の受信信号の位相を調整して生体内の所望部位からの受信信号を強調した信号に変換するように構成されている。受波整相回路 7 からは、上記強調した受信信号が出力されるようになっている。受波整相回路 7 から出力された後、上記強調した受信信号に基づいて診断画像（超音波画像）が生成されるようになっており、その生成された診断画像は、超音波画像記憶部 8 に記憶されるようになっている。診断画像は、超音波画像記憶部 8 に記憶された後、加算器 9 に送られ、その加算器 9 によりリファレンス画像とともにモニタ 6 に出力表示されるようになっている（図 3 参照）。

10

【0024】

ボリュームデータ記憶部 10 は、画像診断装置 2 で得られたリファレンス画像となるボリュームデータをネットワークや可搬性記憶媒体を経由して、超音波診断装置 3 内に記憶しておくための記憶手段として備えられている。ボリュームデータ記憶部 10 は、書き換え可能なメモリを有しており、ボリュームデータに対する記憶領域や各種の情報記憶領域を備えている。ボリュームデータ記憶部 10 には、ボリュームデータの他に、治療済みの部位に関する情報、すなわち、超音波照射済み座標情報も記憶されている（超音波照射済み座標情報については後述する）。

20

【0025】

スキャン面座標算出部 11 は、後述する位置センサ 16 により検出された治療プローブ 5 の位置及び傾き情報から、被検者に対する超音波スキャン面の位置及び傾きを算出し、これに基づいてリファレンス画像となるボリュームデータに対するスキャン面の位置及び傾き情報を算出することができるよう構成されている。スキャン面座標算出部 11 は、スキャン面の例えば一隅の x 、 y 、 z 座標データ及びスキャン面の x 、 y 、 z 軸周りの回転角度からなるスキャン面座標データを算出するために備えられている。

【0026】

スキャン面座標記憶部 12 は、スキャン面座標算出部 11 で算出されたスキャン面座標データを入力して記憶することができるよう構成されている。スキャン面座標記憶部 12 は、リファレンス画像算出部 13 に接続されている。そのリファレンス画像算出部 13 は、スキャン面座標記憶部 12 を介してスキャン面座標データを入力するとともに、超音波スキャン面と同一断面のリファレンス画像を、ボリュームデータ記憶部 10 に記憶してあるボリュームデータから再構成することができるよう構成されている。

30

【0027】

上記治療プローブ 5 は、超音波探触子 14 と、超音波振動子 15 とを備えて構成されている。また、このような治療プローブ 5 の所定位置には、位置センサ 16 が取り付けられている。超音波探触子 14 は、診断用超音波を送受信することができるよう構成されている。また、超音波探触子 14 は、周知の超音波診断装置に用いられるものと同様、例えば、コンベックス型のように複数の診断用振動子素子が一列に配列されて構成されている。超音波振動子 15 は、治療用超音波を送信することができるよう構成されている。また、超音波振動子 15 は、複数の治療用振動子素子からなり、超音波探触子 14 と一体になるように構成されている。

40

【0028】

位置センサ 16 は、超音波探触子 14 の三次元的な位置及び傾きを検出するために治療プローブ 5 に取り付けられている。位置センサ 16 は、超音波探触子 14 が被検者のどの部位に位置しているかを知るための情報を得るために設けられている。位置センサ 16 は、位置及び傾きを検出するために、例えば、図示していないソースから三次元空間に発生

50

する磁気信号を検知する磁気センサ等を備えて構成されている。位置センサ 16 は、磁気センサを備えることから、三次元的な位置及び傾きを検出することができる機能を有している。尚、位置センサ 16 は磁石式に限らず、例えば、光を利用したものなど、周知の位置センサを用いることができるものとする（背景技術の欄で挙げた特許文献 1 の特開平 10 - 151131 号公報にも位置センサについての記載がある）。

【0029】

上記超音波治療装置 4 は、操作器 17 と、治療部位制御部 18 と、治療用パルス発生回路 19 と、治療用超音波遅延回路 20 と、増幅器 21 とを備えて構成されている。操作器 17 は、モニタ 6 に出力表示されたリファレンス画像及び超音波画像に基づいて治療部位などの諸条件を指示するために備えられている。操作器 17 は、特に限定するものではないが、キーボードやマウスやトラックボール等の諸条件指示に好適なもので構成されている。

10

【0030】

治療部位制御部 18 は、超音波治療装置 4 の各種制御、例えば治療用超音波ビームの焦点位置制御等を行えるように構成されている。治療部位制御部 18 は、マイクロコンピュータの機能を有している。治療用パルス発生回路 19 は、治療部位制御部 18 からの制御により治療用の超音波振動子 15 を駆動させる信号である治療用超音波駆動パルス（以下、治療用パルスと略記する）をそれぞれの超音波振動子 15 に供給することができるように構成されている。治療用超音波遅延回路 20 は、治療部位制御部 18 からの制御によりそれぞれの超音波振動子 15 に供給する治療用パルスの位相を調整し、超音波振動子 15 から照射される治療用超音波ビームの焦点位置を制御することができるように構成されている。

20

【0031】

治療部位制御部 18 により設定された治療用超音波ビームの焦点位置は、超音波画像記憶部 8 及びボリュームデータ記憶部 10 に記憶されるようになっている。尚、記憶された焦点位置の情報は、超音波照射済み座標情報として用いられるようになっている。

【0032】

超音波振動子 15 には、治療用パルス発生回路 19 で発生した治療用パルスが治療用超音波遅延回路 20 及び増幅器 21 を介して供給されるようになっている。つまり、治療用パルスは、治療用超音波遅延回路 20 において超音波振動子 15 のために遅延制御されるとともに、増幅器 21 によって高エネルギーの治療用パルスに変換されて各超音波振動子 15 に供給されるようになっている。

30

【0033】

次に、上記構成の治療システム（超音波治療システム）1 に基づき、超音波治療を行う場合の動作について説明する。治療システム 1 は、例えば、X 線 CT 装置や MRI 装置などの画像診断装置 2 を用いて予め撮像した被検者患部のボリュームデータから治療部位を設定する治療計画モードと、その治療計画モードで設定された治療部位断面、及び治療を行う治療プローブ 5 で得られた超音波診断画像により、治療用超音波を照射して治療部位の細胞を壊死させて、実際の治療を行う治療モードとを有している。

【0034】

操作者は、先ず、治療計画モードを実行する。図 2 は治療計画モードのフローチャートを示している。治療計画モードとして、ステップ S1 では初期設定を行う。初期設定は、治療計画で用いる画像を取得する範囲を決める他、X 線 CT 装置や MRI 装置などの画像診断装置 2 の画像取得パラメータを設定する。ステップ S2 では、X 線 CT 装置や MRI 装置などの画像診断装置 2 を用いて被検者の三次元ボリュームデータを取得する。ステップ S2 で三次元の画像データを取得した後、ステップ S3 では、治療部位の設定を行う。これは、取得したボリュームデータを見ながら被検者の患部を診断し、治療を要する部位、すなわち焼灼範囲を設定してボリュームデータ上にマーキングすることを行う。マーキングで囲まれた部位は、後にリファレンス画像として表示された際に治療計画部位を示すものとなる。ステップ S4 では、マーキングした部分をボリュームデータに重ねて表示さ

40

50

せ、治療部位が正しく設定されたか否かを確認する。以上のデータは、その後、超音波診断装置 3 のボリュームデータ記憶部 10 に転送され、そしてボリュームデータ記憶部 10 の所定記憶領域に記憶される。

【0035】

治療モードについて説明する。治療プローブ 5 を被検者の体表面に接触させて、又は術中に開腹した状態の臓器表面に接触させて、生体内の患部に向け診断用超音波ビームを照射する。診断用超音波ビームを照射した領域から反射される診断用超音波の反射エコーは、治療プローブ 5 の超音波探触子 14 により受信される。その受信信号は、受波整相回路 7 において診断用超音波ビーム毎に整相処理され、さらに、断層面の二次元の診断画像が生成され、そして、超音波画像記憶部 8 に入力される。また、位置センサ 16 は、超音波送受信と同期して治療プローブ 5 の位置に応じたスキャン面座標データをスキャン面座標算出部 11 にて算出し、その算出したスキャン面座標データをスキャン面座標記憶部 12 へ逐次記憶する。また、スキャン面座標記憶部 12 からスキャン面座標データを読み込み、リファレンス画像算出部 13 にて、超音波画像と、予め画像診断装置 2 にて撮像しデータを記憶したボリュームデータ記憶部 10 から再構成することにより得られる同一断面のリファレンス画像とを生成する。生成されたリファレンス画像は、加算器 9 に送られ、超音波画像とともに同時にモニタ 6 に出力表示される（図 3 参照）。この時、治療計画モードでマーキングした焼灼範囲や、既に照射を行った箇所も同時にリファレンス画像、或いはリファレンス画像と超音波画像の双方に重畳するような状態で表示される（治療済み部位を表示することにより、再度治療を行ってしまうことや、治療もれを防止する）。 10 20

【0036】

このようにして操作者は、治療プローブ 5 を動かし、モニタ 6 に表示されたリファレンス画像で、治療計画モードにより照射箇所を設定した箇所がリファレンス画像上に現れると、治療プローブ 5 をその位置で保持して治療を実行する。図 3 において、引用符号 22 は臓器、23 は治療計画部位を示しているものとする。

【0037】

上記治療モードについて図 4 を参照しながら説明する。図 4 は治療モードのフローチャートを示している。操作者は、診断モードにより診断画像をリアルタイムでリファレンス画像と超音波画像をモニタ 6 に表示し、既に設定してある治療計画部位を示すマーキングを探す。マーキングが表示されたリファレンス画像に現れると治療モードを開始する。 30

【0038】

ステップ S 11 では、初期設定を行う。その初期設定は、例えば、治療用超音波の強度、モニタ 6 上に表示される照射済みマークの大きさなどを設定する。照射済みマークは、治療用超音波を照射した時に、治療用超音波が照射された焦点位置に表示されるマークであって、その大きさは、治療用超音波を照射した際に、治療用超音波が照射された生体内の細胞が、一回の照射で凝固壊死を起こす体積などに合わせて例えば決定されている。照射済みマークは、上記超音波照射済み座標情報を基にして作成されている。

【0039】

ステップ S 12 では、モニタ 6 上の診断画像を見ながら治療計画部位の設定を行う。つまり、治療用超音波の焦点位置をセットする。治療計画部位の設定は、例えば、操作者がマウスなどを操作して、モニタ 6 の画面上でポインタなどを超音波画像の所望の位置まで移動して行う。尚、この時、治療計画モードで設定された箇所以外に治療計画部位をセットしようとする、警告が発せられるようにシステム構成をしても良いものとする。 40

【0040】

ステップ S 13 では、ステップ S 12 でセットした治療用超音波の焦点位置が治療計画モードで設定した焦点域内に入っているか否かを判断する。焦点域内に入っていない場合には（ステップ S 13 で no）、ステップ S 14 に移行して警告を発生し（術者の負担軽減及び患者の安全性向上）、再びステップ S 12 からの処理を実行する。尚、警告を発生するだけでステップ S 15 へ移行しても良いものとする。ステップ S 13 で焦点域内に入っている場合には（ステップ S 13 で yes）、ステップ S 15 へ移行する。 50

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 5 では、超音波画像記憶部 8 に記憶されている超音波画像に基づいて、セットされた診断画像上での治療計画部位の座標を計算し、治療部位を確定する。治療計画部位の座標計算は、上記ポイントの移動とともに同時に計算し、算出しておくことも可能である。さらに、セットされた治療計画部位の座標から、治療用超音波の焦点位置を計算し、超音波振動子 1 5 に供給する治療用パルスに対し、各超音波振動子 1 5 に供給する治療用パルスの遅延時間を求め、治療用超音波遅延回路 2 0 に指令を送信し、フォーカス処理を行うことも可能である。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 6 では、治療用超音波の照射を行う。これは、治療用超音波の照射命令を治療用パルス発生回路 1 9 に送信し、治療用パルス発生回路 1 9 は、超音波振動子 1 5 を駆動させる治療用パルスを治療用超音波遅延回路 2 0 に送信して行う。治療用超音波遅延回路 2 0 は、治療用パルス発生回路 1 9 から出力される治療用パルスに基づいて、各超音波振動子 1 5 に供給する治療用パルスを遅延時間に従って順次出力する。治療用パルスは、治療用超音波遅延回路 2 0 で電子フォーカスされて超音波振動子 1 5 に送信され、超音波振動子 1 5 は、治療用超音波遅延回路 2 0 で遅延処理された治療用パルスにより振動する。これにより治療用超音波が照射される。この時、治療部位に同時刻に治療用超音波が到達するように各超音波振動子 1 5 からの治療用超音波の射出タイミングが制御される。

【 0 0 4 3 】

超音波振動子 1 5 から射出される治療用超音波は、焦点位置、すなわちステップ S 1 2 でセットした治療計画部位、言い換えれば、ステップ S 1 5 で確定した治療部位に集束する。治療部位には、強力な超音波エネルギーが与えられ、その治療部位は、治療用超音波で加熱され焼灼される。これにより、病変部位が治療される。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 7 では、超音波照射済み座標情報をボリュームデータ記憶部 1 0 へ転送し記憶させる処理を行う。そして、ステップ S 1 8 では、治療モードを続行するか終了するかの判断を行う。治療が終了ならば（ステップ S 1 8 で y e s ）治療モードを終了し、治療が終了していなければ（ステップ S 1 8 で n o ）再びステップ S 1 2 からの処理を実行する。

【 0 0 4 5 】

以上説明したように、本発明の治療システム（超音波治療システム）1 では、リファレンス画像や超音波画像を基にして被検者の治療位置に係る治療計画を緻密に策定し、これを超音波治療装置 4 に反映させて正確な治療を行えるように構成されている。

【 0 0 4 6 】

続いて、図 5 ないし図 8 を参照しながら本発明の第二の実施形態を説明する。図 5 は本発明の治療システムの第二の実施形態を示す構成図である。尚、上述の第一の実施形態と基本的に同じ構成部材には同一の符号を付して説明を省略するものとする。

【 0 0 4 7 】

図 5 において、第二の実施形態における本発明の治療システム（超音波治療システム）3 1 は、その主要部として、画像診断装置 2 と、超音波診断装置 3 2 と、超音波治療装置 4 とを備えて構成されている。また、治療システム 3 1 は、治療プローブ 5 と、モニタ 6 とを備えて構成されている。治療システム 3 1 は、後述するが、特に動脈に対して超音波を照射し塞栓を起こすことで、その動脈に依存している病変部組織を治療することができるように構成されている。

【 0 0 4 8 】

上記画像診断装置 2 と超音波診断装置 3 2 は、例えばネットワークを介して接続されている。画像診断装置 2 は、ネットワークを介してリファレンス画像となるボリュームデータを超音波診断装置 3 2 へ転送することができるように構成されている。言い換えれば、超音波診断装置 3 2 は、ボリュームデータを画像診断装置 2 から転送することができるように構成されている。ボリュームデータの転送は、上記ネットワークに限らず、例えば、

10

20

30

40

50

可搬性記憶媒体を用いるようにしても当然によいものとする。ポリウムデータの他には、血管位置座標データ（後述する）等が例えば転送されるようになっている（一例であるものとする）。

【0049】

上記超音波診断装置32は、受波整相回路7と、血流速度検出回路33と、超音波画像記憶部8と、加算器9と、ポリウムデータ記憶部10と、スキャン面座標算出部11と、スキャン面座標記憶部12と、リファレンス画像算出部13とを備えて構成されている。また、超音波診断装置32は、治療プローブ5に含まれる診断用の超音波探触子14を備えて構成されている。超音波診断装置32は、第一の実施形態の超音波診断装置3に対して血流速度検出回路33を追加するとともに、これを制御する構成のものとなっている。

10

【0050】

尚、超音波診断装置32に備えられる一般的な機能についてはその図示が省略されているものとする。すなわち、図5には、超音波診断装置32の主要部の機能のみが示されているものとする。

【0051】

血流速度検出回路33は、超音波探触子14及び超音波画像記憶部8の間に介在する受波整相回路7に接続されている。血流速度検出回路33は、受波整相回路7から出力される受信信号（超音波探触子14により被検者の生体内から受信した超音波の受信信号の位相を調整して生体内の所望部位からの受信信号を強調した信号）を入力することができるように構成されている。血流速度検出回路33は、ある特定の箇所の血流速度を求めたり、血流速度分布を演算したりすることができるような回路として構成されている。ある特定の箇所の血流速度を求める回路としては、いわゆるパルスドプラ回路が挙げられる。また、血流速度分布を演算する回路としては、いわゆるカラーフローマッピング回路が挙げられる。血流速度検出回路33からの出力情報は、超音波画像記憶部8に入力するようになっている。超音波画像記憶部8においては、血流速度検出回路33からの出力情報が診断画像に重畳されて、この状態で記憶されるようになっている。

20

【0052】

リファレンス画像算出部13は、スキャン面座標記憶部12を介してスキャン面座標データを入力するとともに、超音波スキャン面と同一断面のリファレンス画像を、ポリウムデータ記憶部10に記憶してあるポリウムデータ（ここでは血管位置座標データに基づくものとする）から再構成することができるように構成されている。

30

【0053】

上記構成の治療システム（超音波治療システム）31に基づき、超音波治療を行う場合の動作について説明する。治療システム31は、例えば、X線CT装置やMRI装置などの画像診断装置2を用いて予め撮像した被検者患部のポリウムデータから血管の走行状態を抽出し、効果的な治療を行うために、組織との関係から塞栓する血管を設定する（治療部位を設定する）治療計画モードと、その治療計画モードで設定された血管へ治療用超音波を照射して血管を塞栓する治療モードとを有している。

【0054】

操作者は、まず、治療計画モードを実行する。図6は治療計画モードのフローチャートを示している。特にステップとして示していないが、最初に治療計画モードとして初期設定を行う。初期設定は、治療計画で用いる画像を取得する範囲を決める他、X線CT装置やMRI装置などの画像診断装置2の画像取得パラメータを設定する。このような初期設定終了後、ステップS21では、X線CT装置やMRI装置などの画像診断装置2を用いて被検者の三次元ポリウムデータを取得する。三次元ポリウムデータの取得の際は、例えば造影剤を用いた方法により血管を強調した画像として取得することが好ましいものとする。ステップS21で三次元ポリウムデータを取得した後、ステップS22では、取得した三次元ポリウムデータから血管の走行状態を抽出する。

40

【0055】

50

ここで、血管の走行状態の抽出は、手動又は自動のいずれかの方法で行うものとする。自動的に血管の走行状態を抽出する方法としては、例えば特開平 8 - 8 9 5 0 1 号公報に開示された方法（画像データから血管を追跡する方法）が一例として挙げられるものとする。尚、ステップ S 2 2 は、画像診断装置 2 で処理する他に超音波診断装置 3 2 側でも処理することができるものとする。ステップ S 2 2 は、画像診断装置 2 又は超音波診断装置 3 2 のいずれかで処理できるものとする。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 1 で取得した三次元ボリュームデータ及びステップ S 2 2 で取得した血管データ（ステップ S 2 2 で抽出した血管の走行状態のデータや血管位置座標データ等）を超音波診断装置 3 のボリュームデータ記憶部 1 0 に転送する。ステップ S 2 4 では、転送されてボリュームデータ記憶部 1 0 の所定記憶領域に記憶されたデータに基づいて治療計画部位の設定を行う。これは、血管を含んだ生体組織のリファレンス画像をモニタ 6 上に表示しながら強力超音波を照射する箇所を血管上にマーキング等で設定する処理である。尚、モニタ 6 上に、後述するステップ S 3 8 の処理で行う照射処理済み座標に基づく照射済み箇所を含めて表示することができるものとする。

10

【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 5 では、照射箇所として設定した血管位置に基づいて照射箇所の下流域を算出する。これは、血管によって栄養されている箇所を確認するとともに、治療効果を確認するための処理である（栄養されている箇所の上流に治療計画部位が設定されていれば、治療効果が得られると考える）。尚、治療効果シミュレーションとして、設定した照射箇所から自動的にその血管の下流側を表示させて、治療効果を確認する機能を設けても良いものとする。ステップ S 2 5 の処理は任意であり、治療計画モードに含めなくとも良いものとする。以上により治療計画モードが終了する。

20

【 0 0 5 8 】

治療モードについて説明する。治療プローブ 5 を被検者の体表面に接触させて、又は術中に開腹した状態の臓器表面に接触させて、生体内の患部に向け診断用超音波ビームを照射する。診断用超音波ビームを照射した領域から反射される診断用超音波の反射エコーは、治療プローブ 5 の超音波探触子 1 4 により受信される。その受信信号は、受波整相回路 7 において診断用超音波ビーム毎に整相処理され、さらに、断層面の二次元の診断画像が生成され、そして、超音波画像記憶部 8 に入力される。

30

【 0 0 5 9 】

また、位置センサ 1 6 は、超音波送受信と同期して治療プローブ 5 の位置に応じたスキャン面座標データをスキャン面座標算出部 1 1 にて算出し、その算出したスキャン面座標データをスキャン面座標記憶部 1 2 へ逐次記憶する。また、スキャン面座標記憶部 1 2 からスキャン面座標データを読み込み、リファレンス画像算出部 1 3 にて、超音波画像と、予め画像診断装置 2 にて撮像しデータを記憶したボリュームデータ記憶部 1 0 から再構成することにより得られる同一断面のリファレンス画像とを生成する。

【 0 0 6 0 】

生成されたリファレンス画像は、加算器 9 に送られ、超音波画像とともに同時にモニタ 6 に出力表示される（図 7 参照）。モニタ 6 には、リアルタイム超音波画像とリファレンス画像とが表示される。この時、治療計画モードで設定した照射箇所や、既に照射を行った箇所も同時にリファレンス画像、或いはリファレンス画像と超音波画像の双方に重畳するような状態で表示される（治療済み箇所を表示することにより、再度治療を行ってしまうことや、治療もれを防止する）。

40

【 0 0 6 1 】

このようにして操作者は、治療プローブ 5 を動かし、モニタ 6 に表示されたリファレンス画像で、治療計画モードにより照射箇所を設定した箇所がリファレンス画像上に現れると、治療プローブ 5 をその位置で保持して治療を実行する。図 7 において、引用符号 3 4 は臓器、3 5 は血管を示しているものとする。

【 0 0 6 2 】

50

上記治療モードについて図 8 を参照しながら説明する。図 8 は治療モードのフローチャートを示している。操作者は、診断モードにより診断画像をリアルタイムでリファレンス画像と超音波画像をモニタ 6 に表示し、既に設定してある治療計画部位となる照射箇所を探す（この時、例えば照射しない血管と区別することができるように、照射箇所には、色を変える等の表示方法が施されるものとする）。照射箇所が表示中のリファレンス画像に現れると治療モードを開始する。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 1 では、初期設定を行う。その初期設定は、例えば、治療用超音波の強度や時間、モニタ 6 上に表示される照射済みマークの大きさなどを設定する。ステップ S 3 2 では、モニタ 6 上の診断画像を見ながら強力超音波を照射する位置（治療計画部位）の

10

【 0 0 6 4 】

ステップ S 3 3 では、ステップ S 3 2 でセットした治療用超音波の照射位置が治療計画モードで設定した照射箇所に入っているか否かを判断する。照射箇所に入っていない場合には（ステップ S 3 3 で n o ）、ステップ S 3 4 に移行して警告を発生し、再びステップ S 3 2 からの処理を実行する。尚、警告を発生するだけでステップ S 3 5 へ移行しても良いものとする。ステップ S 3 3 で照射箇所に入っている場合には（ステップ S 3 3 で y e s ）、

20

【 0 0 6 5 】

ステップ S 3 5 では、超音波画像記憶部 8 に記憶されている超音波画像に基づいて、セットされた診断画像上での治療計画部位の座標を計算し、治療部位を確定する。治療計画部位の座標計算は、上記ポインタの移動とともに同時に計算し、算出しておくことも可能である。さらに、セットされた治療計画部位の座標から、治療用超音波の焦点位置を計算し、超音波振動子 1 5 に供給する治療用パルスに対し、各超音波振動子 1 5 に供給する治療用パルスの遅延時間を求め、治療用超音波遅延回路 2 0 に指令を送信し、フォーカス処理を行うことも可能である。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 3 6 では、治療用超音波の照射を行う。これは、治療用超音波の照射命令を治療用パルス発生回路 1 9 に送信し、治療用パルス発生回路 1 9 は、超音波振動子 1 5 を駆動させる治療用パルスを治療用超音波遅延回路 2 0 に送信して行う。治療用超音波遅延回路 2 0 は、治療用パルス発生回路 1 9 から出力される治療用パルスに基づいて、各超音波振動子 1 5 に供給する治療用パルスを遅延時間に従って順次出力する。治療用パルスは、治療用超音波遅延回路 2 0 で電子フォーカスされて超音波振動子 1 5 に送信され、超音波振動子 1 5 は、治療用超音波遅延回路 2 0 で遅延処理された治療用パルスにより振動する。これにより治療用超音波が照射される。この時、治療部位に同時刻に治療用超音波が到達するように各超音波振動子 1 5 からの治療用超音波の射出タイミングが制御される。

30

【 0 0 6 7 】

超音波振動子 1 5 から射出される治療用超音波は、焦点位置、すなわちステップ S 3 2 でセットした治療計画部位、言い換えれば、ステップ S 3 5 で確定した治療部位に集束する。治療部位には、強力な超音波エネルギーが与えられ、その治療部位は、治療用超音波で加熱され焼灼される。これにより、血管 3 5 が塞栓される。

40

【 0 0 6 8 】

ステップ S 3 7 では、照射した箇所の血流が遮断されたか否かの確認を行う。血流の確認は、例えば超音波診断装置 3 2 に内蔵されたカラーフローマッピング機能（血流速度分布を示す機能）や、パルスドプラ機能（血流速度を示す機能）など、血流を測定できる機能であれば何でも良いものとする。本形態では、モニタ 6 に測定した血流速度に対する血流速度表示欄 3 6 を有している。血流の遮断が確認できない時には（ステップ S 3 7 で n o ）、再びステップ S 3 6 からの処理を実行する。血流の遮断が確認できた時には（ステ

50

ップ S 3 7 で y e s)、次のステップ S 3 8 の処理に移行する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 3 8 では、超音波照射済み座標情報をポリウムデータ記憶部 1 0 へ転送し記憶させる処理を行う。そして、ステップ S 3 9 では、治療モードを続行するか終了するかの判断を行う。治療が終了ならば (ステップ S 3 9 で y e s) 治療モードを終了し、治療が終了していなければ (ステップ S 3 9 で n o) 再びステップ S 3 2 からの処理を実行する。

【 0 0 7 0 】

以上説明したように、本発明の治療システム (超音波治療システム) 3 1 では、リファレンス画像や超音波画像を基にして被検者の治療位置に係る治療計画を緻密に策定し、これを超音波治療装置 4 に反映させて正確な治療を行えるように構成されている。

10

【 0 0 7 1 】

補足説明として、超音波断層画像は、一般的に C T、M R I といった他のモダリティによる画像に比べると画質が劣る。そのため、超音波画像を基にして治療箇所を設定する場合、詳細に生体組織を識別し、治療を必要とする箇所を決めることは、C T、M R I 画像などに比べて難しい。特に、血管塞栓により治療を行う対象となる血管は、一般的には直径 2 m m 以下程度であるため、一般的な超音波診断装置の断層画像では検出が困難である。本発明は、このような問題点に対処することができる。

【 0 0 7 2 】

続いて、図 9 ないし図 1 5 を参照しながら本発明の第三の実施形態を説明する。図 9 は本発明の治療システムの第三の実施形態を示す構成図である。

20

【 0 0 7 3 】

図 9 において、第三の実施形態における本発明の治療システム (超音波治療システム) 5 1 は、その主要部として、画像診断装置 5 2 (リファレンス画像系) と、放射線治療装置 5 3 (放射線治療系) と、超音波診断装置 5 4 (超音波画像系) とを備えて構成されている。以下、各構成について説明する (尚、図 1 2 にはシステムの動作がフローチャートで示されている)。

【 0 0 7 4 】

上記画像診断装置 5 2 は、本形態において、超音波画像のリファレンス画像となるポリウムデータを取得するための装置であって、特に限定するものではないが、例えば、X 線コンピュータ断層撮影装置 (X 線 C T 装置) や磁気共鳴撮影装置 (M R I 装置) などが適用されている。画像診断装置 5 2 は周知構成の装置であるものとし、ここでは詳細な説明を省略する。

30

【 0 0 7 5 】

画像診断装置 5 2 では、超音波画像のリファレンス画像となるポリウムデータを取得するために、ベッド 5 5 に被検者 5 6 を横たわらせて周知の方法で撮像する。ここで、画像診断装置 5 2 の座標系 (リファレンス座標系) を R E F とし、画像診断装置 5 2 の任意の基準点を R E F (0) とする。基準点 R E F (0) は、本形態において、ベッド 5 5 の一角部に設定されている (一例であるものとする)。基準点を R E F (0) を設定することにより、画像診断装置 2 において、被検者 5 6 の疾患部位の任意の三次元形態情報を取得することができるようになる。被検者 5 6 の疾患部位の任意の部位の位置情報を取得することができるようになる。ベッド 5 5 に横たわる被検者 5 6 に対する放射線の治療計画部位を R E F (1) とする。

40

【 0 0 7 6 】

放射線治療装置 5 3 は、放射線を照射することにより、放射線治療装置 5 3 での被検者 5 6 の疾患部位に対して放射線治療を行えるように構成した放射線発生装置部 5 7 と、被検者 5 6 が放射線治療を受けるに際し横たわる移動機構付きベッド 5 8 とを備えて構成されている。放射線治療装置 5 3 の放射線発生装置部 5 7 は、周知の構成であるものとし、ここでは詳細な説明を省略する。移動機構付きベッド 5 8 は、被検者 5 6 が横たわるベッド 5 9 と、ベッド位置移動機構部 6 0 とを備えて構成されており、ベッド位置制御ユニッ

50

ト 6 1 のベッド位置制御演算装置部 6 2 により制御されている。ベッド位置制御演算装置部 6 2 は、ベッド位置移動機構部 6 0 の上に備えられたベッド 5 9 を所望の位置に移動させるための制御信号をベッド位置移動機構部 6 0 に対して出力するようになっている。

【 0 0 7 7 】

ここで、放射線治療装置 5 3 の座標系（X 線治療座標系）を T R E とし、放射線治療装置 5 3 の任意の基準点を T R E (0) とする。基準点 T R E (0) は、本形態において、ベッド 5 9 の初期位置の一角部に設定されている（一例であるものとする）。基準点 T R E (0) を設定することにより、放射線治療装置 5 3 において、被検者 5 6 の疾患部位の治療部位の位置情報を確定することができるようになる。ベッド 5 9 に横たわる被検者 5 6 に対する放射線の治療計画部位を T R E (1) とする。

10

【 0 0 7 8 】

尚、放射線治療において、被検者 5 6 の体位、或いは被検者 5 6 のベッド 5 9 上での位置、或いは被検者 5 6 の状況（例えば、空腹か満腹か、尿の有無、便の有無、病状の変化（腫瘍の増大））などにより、画像診断装置 2 での撮像時と身体状況が異なってしまうことが多く経験される。

【 0 0 7 9 】

超音波診断装置 5 4 は、診断用の超音波を送受信する探触子 6 3 と、探触子 6 3 への超音波送信信号を生成し且つ探触子 6 3 からの受信信号を基に超音波画像を再構成する診断装置本体 6 4 と、診断装置本体 6 4 にて再構成された超音波画像を出力表示するモニタ 6 5 と、探触子 6 3 の三次元位置を計測するため探触子 6 3 に取り付けられた位置センサ 6 6 と、位置センサ 6 6 の三次元位置を感知するための位置検出ユニット 6 7 とを備えて構成されている。

20

【 0 0 8 0 】

ここで、超音波診断装置 5 4 の座標系（超音波座標系）を U S とし、超音波診断装置 5 4 の任意の基準点を U S (0) とする。基準点 U S (0) は、本形態において、ベッド 5 9 の初期位置の一角部であって、放射線治療装置 5 3 の任意の基準点 T R E (0) とは別の位置に設定されている（一例であるものとする）。基準点 U S (0) は、本形態において、放射線治療装置 5 3 の座標系において、T R E (2) と三次元的に同一位置に設定されている。

【 0 0 8 1 】

探触子 6 3 は、生体内へ超音波送受信を行う振動子が一次元に配列された一次元アレイ探触子、或いは微細に切断された振動子が二次元的に配列された二次元アレイ探触子であり、一次元アレイ探触子の場合には、探触子 6 3 を手動、或いは機械的に走査することにより被検者 5 6 内の疾患位置が超音波画像でモニタ 6 に表示されるようになっている。このような設定において、超音波スキャンを停止すべく図示しないフリーズボタンを押すと、探触子 6 3 の位置が位置検出ユニット 6 7 により検出される。ここで、位置検出ユニット 6 7 により検出された超音波診断装置 5 4 の座標系での探触子位置を U S (*) とする。

30

【 0 0 8 2 】

被検者 5 6 内の疾患位置を超音波画像で確認した後、モニタ 6 5 の画面上で放射線の治療計画部位、或いは疾患部位を特定すべく、診断装置本体 6 4 のトラックボール或いはタブレット、或いはモニタ 6 5 に設置されたタッチパネルを操作し、そして、放射線の治療計画部位、或いは疾患部位を特定する。これにより放射線の治療計画部位、或いは疾患部位が診断装置本体 6 4 において算出される。この放射線の治療計画部位、或いは疾患部位を U S (1) とする。以上により、各座標系の原点及び治療計画部位の設定が完了する。

40

【 0 0 8 3 】

上記構成において、画像診断装置 5 2 から放射線治療装置 5 3 の位置関係は、互いにベッド 5 5、5 9 の上に規定された三次元ポリウムデータの行列変換式で表せ、互いに基準点（原点）同士の座標変換を $T R E (0) = F (R E F (0))$ と表すならば、治療計画部位同士の座標変換は、 $T R E (1) = F (R E F (1))$ で表される。また、超

50

超音波診断装置 5 4 の座表系から画像診断装置 5 2 の座表系への座標変換は、三次元ボリュームデータの行列変換式で表せ、互いに基準点（原点）同士の座標変換を $TRE(0) = G(US(0))$ と表すならば、治療計画部位同士の座標変換は、 $TRE(1) = G(US(1))$ で表される。

【0084】

これらの関係により、超音波診断装置 5 4 の座表系から放射線治療装置 5 3 の座表系への座標変換も可能となり、互いに基準点（原点）同士の座標変換を $TRE(0) = H(US(0))$ と表すならば、これは、 $TRE(0) = F(G(US(0)))$ と表すことができる。超音波診断装置 5 4 の座表系から放射線治療装置 5 3 の座表系への座標変換は、超音波診断装置 5 4 の座表系から一旦、画像診断装置 5 2 の座表系に座標変換した上で、画像診断装置 5 2 の座表系から放射線治療装置 5 3 の座表系へ座標変換すれば良いことになる。同様にして、治療計画部位の超音波診断装置 5 4 の座表系から放射線治療装置 5 3 の座表系への座標変換は、 $TRE(1) = H(US(1)) = F(G(US(1)))$ と表すことができる。

10

【0085】

ここで、被検者 5 6 の体位、或いは被検者 5 6 の放射線治療装置 5 3 のベッド 5 9 に横たわる向き、被検者 5 6 の臓器の状態により、放射線の治療計画部位と、実際の疾患部位が異なってしまうことがある。このような場合、超音波画像にて治療計画部位の再観察を実施して、放射線の治療計画部位の再設定を行えばよい。具体的には、超音波画像にて放射線の治療計画部位を観察し、再度放射線の治療計画部位を設定する。この再設定部位を超音波診断装置 5 4 の座表系で、 $US(1')$ と表す。上記座標変換の式を用いることにより、放射線治療装置 5 3 の座表系での座標が、 $H(US(1')) = F(G(US(1')))$ と $TRE(1')$ で求められる。

20

【0086】

以上により、放射線治療計画時の座標と、実際の被検者の疾患部位の位置ズレが明確になる。そこで、そのズレの分だけ放射線治療装置 5 3 のベッド 5 9 を移動させれば、疾患部位に正確に放射線照射が可能となり、非疾患部位に対する放射線照射を回避可能となるため、被検者 5 6 に対する放射線照射安全性が高まる。

【0087】

本発明は従来よりも格段に有用となるシステムになっている。すなわち、従来ではリファレンス像のボリュームデータを取得した時と、実際の放射線治療を行う際に、被検者は異なった環境で画像取得と、実際の放射線治療とが実施されていた。具体的に従来では、MRI 装置画像撮像環境下で放射線治療を行うことが現実的ではなかった。また、従来では、リファレンス画像取得時と、放射線治療実施時において、被検者の体位の変化や被検者がベッドに横たわる位置のズレに関して十分な配慮がなされていなかった。そのため、従来では、放射線治療計画と実際の放射線治療位置とにズレが生じるという課題があったが、本発明ではこれを解消することができるようになっている。

30

【0088】

図 9 の例においては、探触子 6 3 が一次元に振動子を配列させた一次元アレイ探触子であったが、微細な振動子を二次元に配列し、三次元空間上に走査し、三次元超音波データを取得可能な、二次元アレイ探触子を使用した場合の例について以下に説明する（図示は省略する。図 9 を参考とする）。

40

【0089】

二次元アレイ探触子には、超音波座標系における位置を検出するための位置センサと、その位置センサの三次元位置を感知するための位置検出ユニットとが備えられている。このような二次元アレイ探触子を有する超音波診断装置を用いると三次元ボリュームデータを取得することが可能であるため、疾患部位の三次元ボリュームデータと、探触子位置情報 $US(*)$ を取得することができるようになる。

【0090】

その取得した超音波三次元ボリュームデータから、疾患部位を探索し、被検者内疾患部

50

位が確認されたならば、モニタ画面上の放射線の治療計画部位、或いは疾患部位を特定すべく、診断装置本体のトラックボール或いはタブレット、或いはモニタに設置されたタッチパネルを操作し、そして、放射線の治療計画部位、或いは疾患部位を特定する。これにより超音波座標系での探触子位置情報 US (*) により、放射線の治療計画部位、或いは疾患部位が一意に算出される。この部位を超音波座標系で、US (1) とする。

【 0 0 9 1 】

後は、図 9 の例と同様の手段を用いて放射線治療装置 5 3 のベッド 5 9 の位置を設定し、ベッド 5 9 を移動させれば、疾患部位に正確に放射線照射が可能となり、非疾患部位に対する放射線照射を回避可能となるため、被検者 5 6 に対する放射線照射安全性が高まる。

10

【 0 0 9 2 】

尚、実際の放射線治療では、被検者 5 6 の呼吸、拍動、体位の移動により、わずかながら疾患部位が常に移動していることが多い。そこで、疾患部位を三次元的に追跡するとともに、ベッド位置制御ユニット 6 1 に対し、超音波画像、超音波画像中の疾患位置情報を送信する。また、同時に位置検出ユニット 6 7 では、探触子位置情報をベッド位置制御演算装置部 6 2 に送信する。ベッド位置制御演算装置部 6 2 では、これらの情報（リファレンス画像、リファレンス画像での疾患位置情報、リアルタイム超音波画像、リアルタイム超音波超音波画像中の疾患位置情報、リアルタイム探触子位置情報）を基に、放射線治療系における疾患位置を逐次演算し、ベッド位置の修正移動を行う。これを所望の放射線治療領域に対し所望の放射線量照射まで繰り返すと、より一層有用なシステムになる（図 1 3 のシステム動作フローチャート参照）。

20

【 0 0 9 3 】

図 1 0 は上述の図 9 の治療システムやその他のシステムの変形例を示す構成図である。図 1 0 において、変形例となる治療システム（超音波治療システム）5 1 ' は、その主要部として、画像診断装置 5 2 （リファレンス画像系）と、放射線治療装置 5 3 ' （放射線治療系）と、超音波診断装置 5 4 （超音波画像系）とを備えて構成されている。

【 0 0 9 4 】

放射線治療装置 5 3 ' は、放射線を照射することにより、放射線治療装置 5 3 での被検者 5 6 の疾患部位に対して放射線治療を行えるように構成した放射線発生装置部 5 7 ' と、被検者 5 6 が放射線治療を受けるに際し横たわるベッド 5 9 ' とを備えて構成されている。放射線発生装置部 5 7 ' は、周知構成の X 線管 5 7 ' a と、その X 線管 5 7 ' a を移動させる X 線管位置可動装置部 5 7 ' b とを備えて構成されており、X 線管位置制御ユニット 6 1 ' の X 線管位置制御演算装置部 6 2 ' により制御されている。X 線管位置制御演算装置部 6 2 ' は、X 線管 5 7 ' a を所望の位置に移動させるための制御信号を X 線管位置可動装置部 5 7 ' b に対して出力するようになっている。

30

【 0 0 9 5 】

上記構成において、治療システム 5 1 ' は、図 9 の治療システム 5 1 のような移動機構付きベッド 5 8 のベッド 5 9 を移動させるのではなく、X 線管 5 7 ' a を所望の位置に移動させるように構成されている。従って、この場合も当然に上述同様の効果を奏することができる。

40

【 0 0 9 6 】

図 1 1 は上述の図 9 の治療システムやその他のシステムの変形例を示す構成図である。また、図 1 4 はシステム動作フローチャートである。図 1 1 において、変形例となる治療システム（超音波治療システム）5 1 " は、図 9 の治療システム 5 1 と構成が同じであるものの、治療効果を判定することができる点が異なっている。

【 0 0 9 7 】

図 1 1 及び図 1 4 において、放射線治療後、放射線治療部位に正確に放射線が照射されているか、放射線量は適切か、非治療部位に対する放射線照射の影響は無いか、を調べる必要がある。これを実施すべく、放射線照射部位を再度、超音波画像を用いて観察する必要がある。具体的には、放射線治療部位から、超音波画像で観察すべき探触子 6 3 （ここ

50

では一次元アレイ探触子)の位置を設定できれば良い。これは、上述の式の逆変換を実施すれば良いことになる。

【0098】

現在の探触子63の位置を $US(1')$ とし、放射線治療系における座標での放射線治療を行った位置を $TRE(1)$ とするならば、探触子63の設定されるべき位置 $US(1)$ は、 $US(1) = H^{-1}(TRE(1)) = F^{-1}(G^{-1}(TRE(1)))$ となる。そこで、 $US(1')$ と $US(1)$ のズレを超音波診断装置54のモニタ65上に表示すれば、そのズレの情報を基に探触子63の位置を移動させることができる。このようなことを可能にする演算をすることにより、被検者56の放射線治療部位の治療効果判定を行うことが可能となる。

10

【0099】

次に、探触子63として二次元アレイ探触子を用いた例を説明する。図15はシステム動作フローチャート(二次元アレイ探触子使用)である。

【0100】

図11及び図15において、現在の探触子63の位置での走査面の超音波画像を $US(1')$ とし、放射線治療系における座標での放射線治療を行った位置を $TRE(1)$ とするならば、探触子63の設定されるべき位置 $US(1)$ は、 $US(1) = H^{-1}(TRE(1)) = F^{-1}(G^{-1}(TRE(1)))$ となる。そこで、 $US(1')$ と $US(1)$ の差から二次元アレイ探触子走査面の変更情報を超音波診断装置54に送り、実際に超音波診断装置54で所望の断面を走査するようにすれば良い。

20

【0101】

その他、本発明は本発明の主旨を変えない範囲で種々変更実施可能なことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図1】本発明の治療システムの第一の一実施形態を示す構成図である。

【図2】治療計画モードのフローチャートである。

【図3】モニタにリファレンス画像と超音波画像の双方を出力表示した状態を示す模式的な図である。

【図4】治療モードのフローチャートである。

30

【図5】本発明の治療システムの第二の一実施形態を示す構成図である。

【図6】治療計画モードのフローチャートである。

【図7】モニタにリファレンス画像と超音波画像の双方を出力表示した状態を示す模式的な図である。

【図8】治療モードのフローチャートである。

【図9】本発明の治療システムの第三の実施形態を示す構成図である。

【図10】図9の治療システムの変形例を示す構成図である。

【図11】図9の治療システムの更なる変形例を示す構成図である。

【図12】システム動作フローチャート(一次元アレイ探触子使用)である。

【図13】システム動作フローチャート(二次元アレイ探触子使用)である。

40

【図14】探触子位置ズレ演算表示システム動作フローチャート(一次元アレイ探触子使用)である。

【図15】探触子走査面変更演算システム動作フローチャート(二次元アレイ探触子使用)である。

【符号の説明】

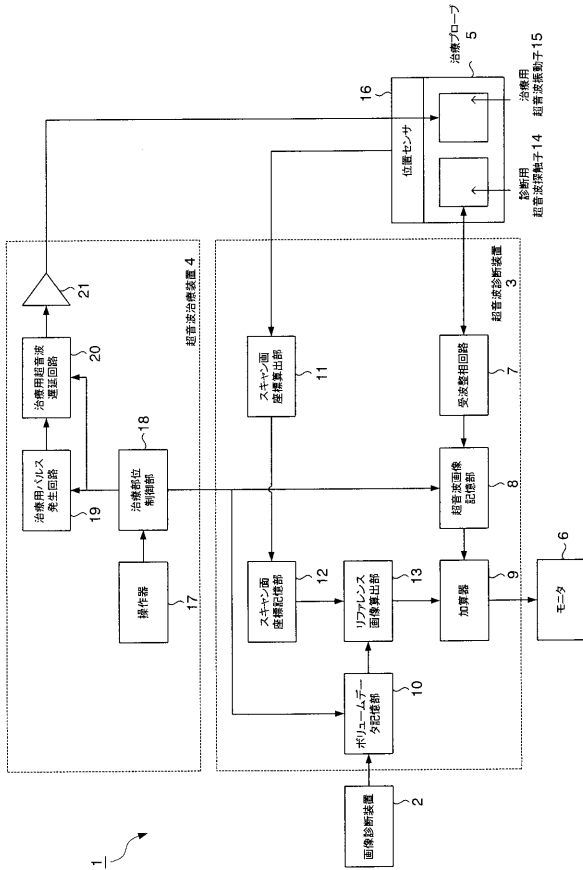
【0103】

- 1 治療システム(超音波治療システム)
- 2 画像診断装置
- 3 超音波診断装置
- 4 超音波治療装置

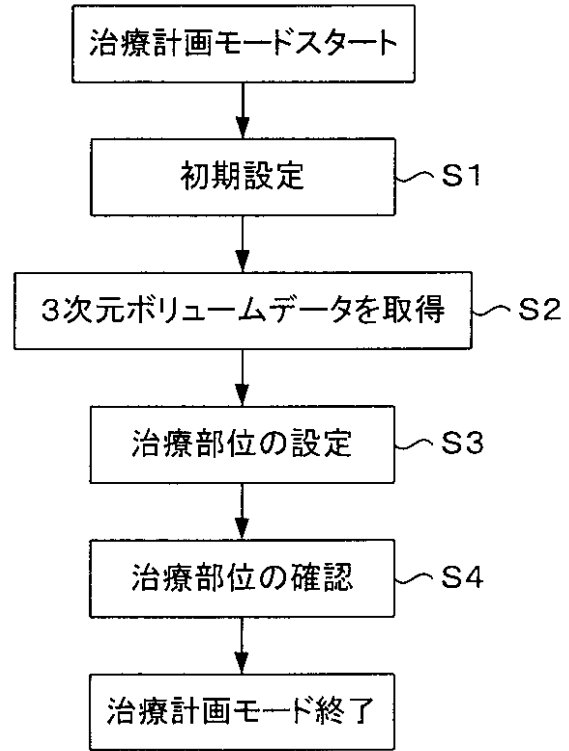
50

5	治療プローブ	
6	モニタ	
7	受波整相回路	
8	超音波画像記憶部	
9	加算器	
10	ボリュームデータ記憶部	
11	スキャン面座標算出部	
12	スキャン面座標記憶部	
13	リファレンス画像算出部	
14	超音波探触子	10
15	超音波振動子	
16	位置センサ	
17	操作器	
18	治療部位制御部	
19	治療用パルス発生回路	
20	治療用超音波遅延回路	
21	増幅器	
22	臓器	
23	治療計画部位	
31	治療システム（超音波治療システム）	20
32	超音波診断装置	
33	血流速度検出回路	
34	臓器	
35	血管	
36	血流速度表示欄	
51、51'、51''	治療システム（超音波治療システム）	
52	画像診断装置	
53、53'	放射線治療装置	
54	超音波診断装置	
55	ベッド	30
56	被検者	
57、57'	放射線発生装置部	
57'a	X線管	
57'b	X線管位置可動装置部	
58	移動機構付きベッド	
59、59'	ベッド	
60	ベッド位置移動機構部	
61	ベッド位置制御ユニット	
61'	X線管位置制御ユニット	
62	ベッド位置制御演算装置部	40
62'	X線管位置制御演算装置部	
63	探触子	
64	診断装置本体	
65	モニタ	
66	位置センサ	
67	位置検出ユニット	

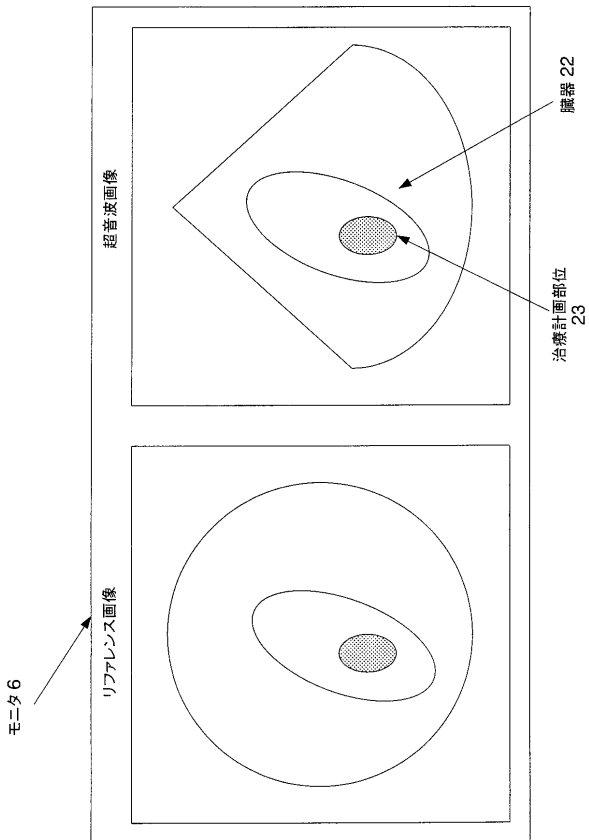
【図 1】



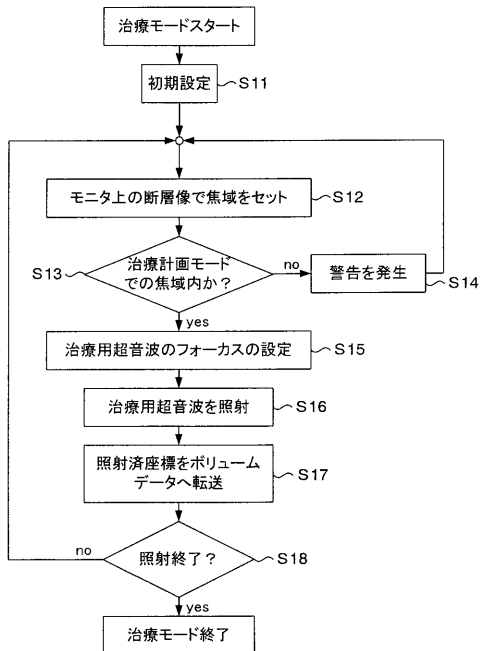
【図 2】



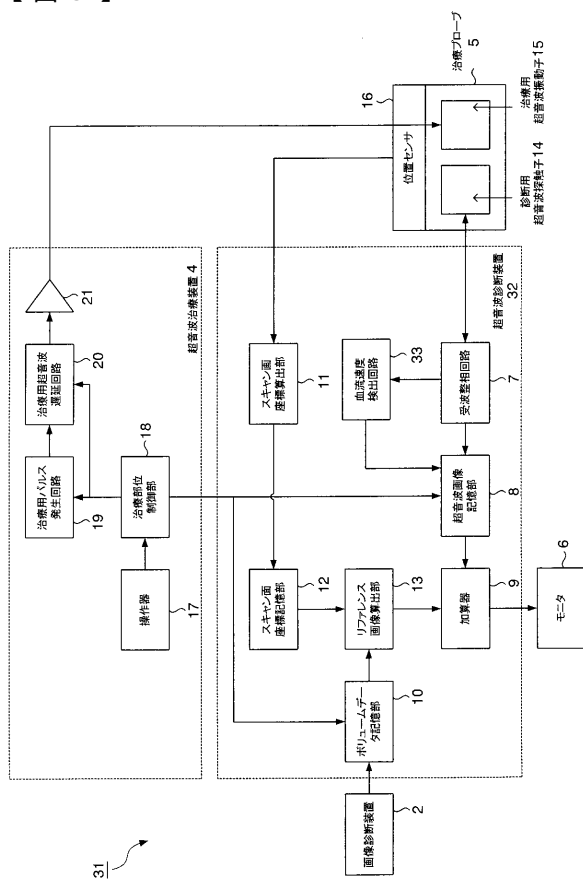
【図 3】



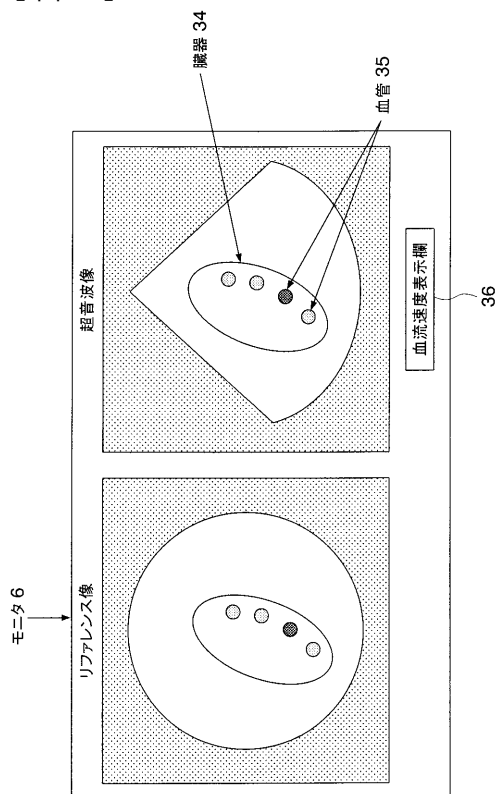
【図 4】



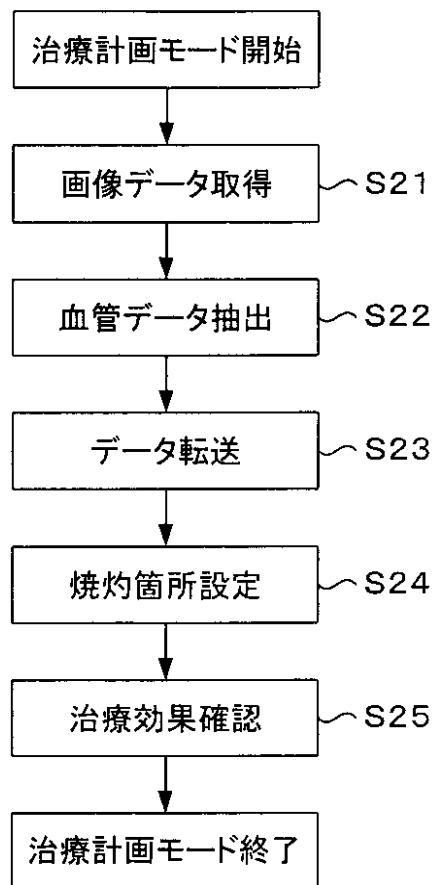
【 図 5 】



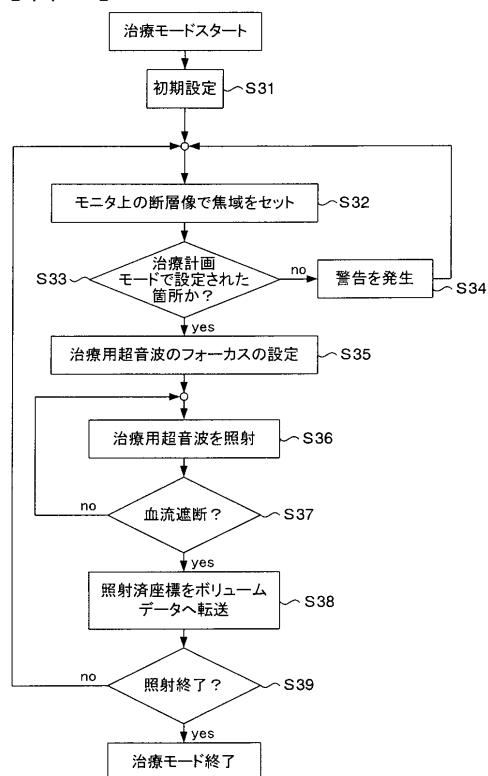
【圖 7】



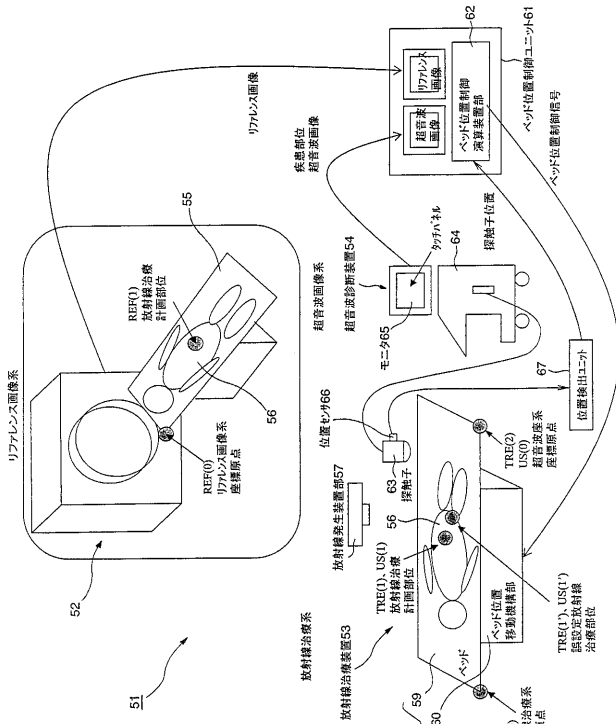
【 図 6 】



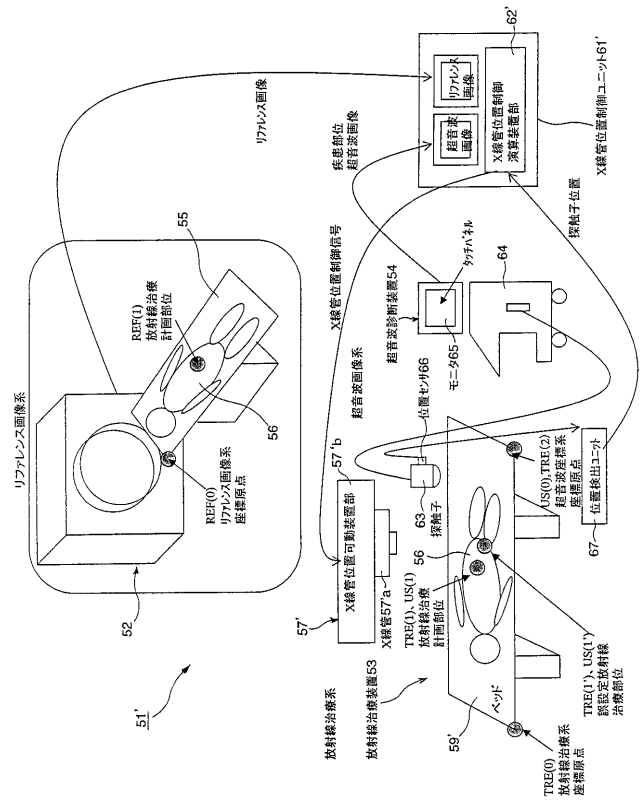
【圖 8】



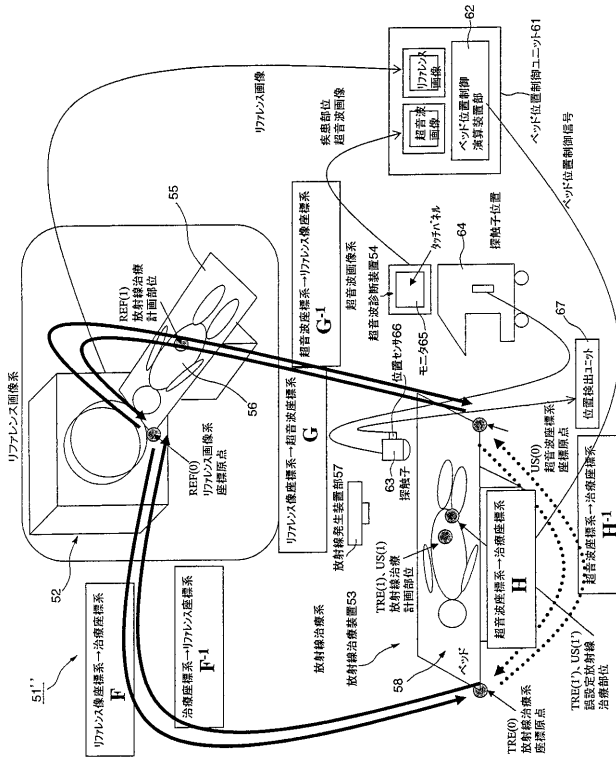
【図 9】



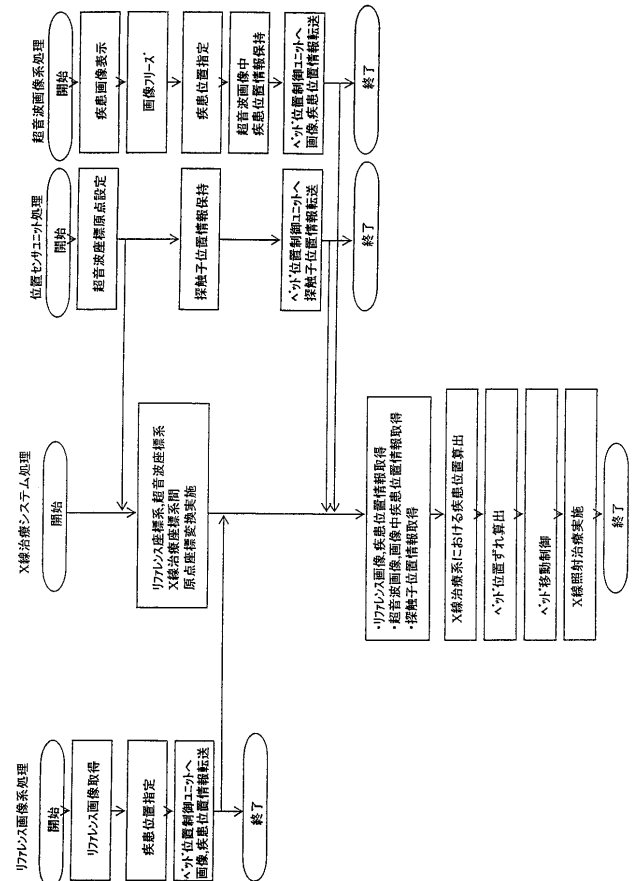
【図 10】



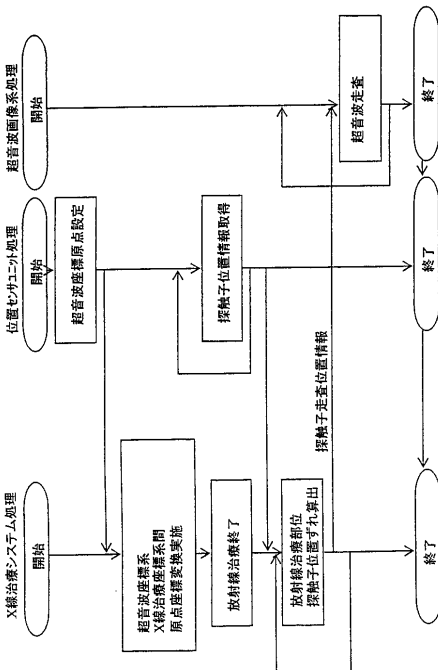
【図 11】



【図 12】



【 図 1 5 】



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 18/00 (2006.01) A 6 1 B 17/36 3 3 0

(72)発明者 梅村 晋一郎
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 東 隆
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 玉野 聡
東京都千代田区内神田一丁目 1 番 1 4 号 株式会社日立メディコ内

(72)発明者 荒井 修
東京都千代田区内神田一丁目 1 番 1 4 号 株式会社日立メディコ内

F ターム(参考) 4C060 FF31 JJ17 JJ25 KK07

4C082 AN01

4C601 BB03 EE09 EE16 FF11 FF13 JC21 KK24

5B057 AA07 BA05 CA08 CA13 CA16 CB08 CB13 CB16 CC01 CE08

DB03 DB09 DC03 DC32

专利名称(译)	治疗系统		
公开(公告)号	JP2006146863A	公开(公告)日	2006-06-08
申请号	JP2005080897	申请日	2005-03-22
[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	石田一成 窪田純 梅村晋一郎 東隆 玉野聡 荒井修		
发明人	石田 一成 窪田 純 梅村 晋一郎 東 隆 玉野 聡 荒井 修		
IPC分类号	G06T3/00 A61B8/00 A61B17/34 A61N5/10 G06T1/00 A61B18/00		
FI分类号	G06T3/00.300 A61B8/00 A61B17/34.310 A61N5/10.P G06T1/00.290.D A61B17/36.330 A61B17/00.700 A61B17/34.510 A61N7/02 G06T5/50 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C060/FF31 4C060/JJ17 4C060/JJ25 4C060/KK07 4C082/AN01 4C601/BB03 4C601/EE09 4C601/EE16 4C601/FF11 4C601/FF13 4C601/JC21 4C601/KK24 5B057/AA07 5B057/BA05 5B057/CA08 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CB08 5B057/CB13 5B057/CB16 5B057/CC01 5B057/CE08 5B057/DB03 5B057/DB09 5B057/DC03 5B057/DC32 4C160/JJ33 4C160/JJ35 4C160/JJ36 4C160/KL02 4C160/KL07 4C160/MM32 4C601/FF15 4C601/FF16 4C601/GA18 4C601/GA25 4C601/GB06 4C601/KK25		
代理人(译)	小林 保 小島 猛		
优先权	2004304699 2004-10-19 JP		
其他公开文献	JP5177943B2 JP2006146863A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种旨在进行精确治疗的治疗系统。处理系统1包括图像诊断设备2，超声诊断设备3和超声治疗设备4。超声治疗设备4中用于对象的治疗位置适于捕获基于第一治疗计划区域确定的第二治疗计划区域的信息，以确定治疗位置。第一治疗计划部位是基于通过从由图像诊断装置2拍摄的多层图像的体数据中提取断层图像数据而获得的参考图像而指定的部位，第二治疗计划部位是假设基于由超声诊断设备3的超声探头14获取的超声图像来指定部位。[选型图]图1

