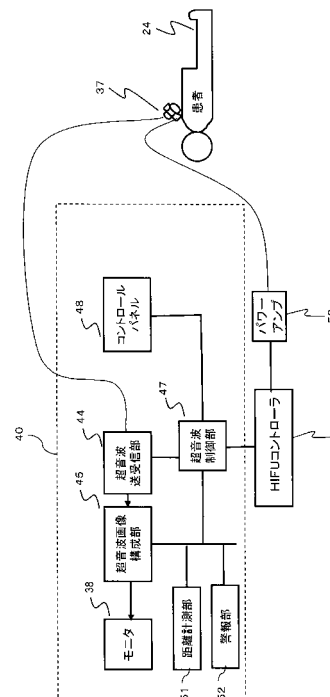




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体の体表面に対向させて保持され、前記生体の治療対象部位に設定される焦点に治療超音波を照射する複数の照射チャンネルを有してなる治療プローブと、前記焦点から前記体表面までの距離を前記照射チャンネルに対応付けて計測する距離計測部と、前記距離が皮膚火傷の可能性に基づいて定めた設定値未満の部位を識別可能に色分けした警報画像を描出する火傷警報部を備えてなる超音波治療装置。

【請求項 2】

前記火傷警報部は、前記治療プローブの外表面又はグラフィックユーザインターフェイスに設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波治療装置。

10

【請求項 3】

前記火傷警報部は、前記治療プローブの外周縁に設けられた複数のレーザ光源と、各レーザ光源の発光色を前記照射チャンネルに対応する前距離に応じて制御するレーザ制御部とを備え、前記複数のレーザ光源から発光されるレーザ光を前記体表面に照射して前記警報画像を描出することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波治療装置。

【請求項 4】

前記火傷警報部は、異なる複数の前記設定値を有し、前記皮膚火傷の可能性が高い設定値未満の前記距離に対応する部位を、予め定めた警告色で描出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の超音波治療装置。

【請求項 5】

前記火傷警報部は、前記警報画像に前記警告色の部位を有するとき、前記皮膚火傷の可能性があることを術者に警報することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の超音波治療装置。

20

【請求項 6】

さらに、前記治療プローブの前記照射チャンネルから照射する治療超音波の位相を制御して前記焦点位置を制御する治療プローブ制御部を備え、

前記治療プローブ制御部は、前記警報画像に前記警告色の部位が表示されたとき、前記焦点位置を前記体表面から離れる方向に移動して前記皮膚火傷の可能性を回避することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の超音波治療装置。

【請求項 7】

さらに、前記体表面に対する前記治療プローブの位置を移動可能に保持する治療プローブ保持手段を有し、

前記治療プローブ保持手段は、前記警報画像に前記警告色の部位が表示されたとき、前記治療プローブの焦点位置を前記体表面から離れる方向に移動して前記皮膚火傷の可能性を回避することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の超音波治療装置。

30

【請求項 8】

さらに、前記治療プローブの中心部に設けられ、前記生体との間で撮像用の超音波を送受する複数の撮像振動子を有してなる撮像プローブと、前記撮像プローブの受信信号から生成される前記焦点を含む超音波断層像を生成する超音波画像構成部と、前記超音波断層像を表示する表示部と、前記治療プローブの位置を検出する三次元位置検出器と、前記生体の前記治療対象部位を含めた三次元ボリューム画像データが蓄積されたメモリとを備え、

40

前記距離計測部は、前記三次元位置検出器により検出された前記治療プローブの位置に基づいて、前記治療プローブの中心軸周りの複数のナビゲーション画像を前記三次元ボリューム画像データから切出して前記表示部に表示し、前記ナビゲーション画像に基づいて前記焦点から前記体表面までの距離を前記照射チャンネルごとに計測することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の超音波治療装置。

【請求項 9】

前記三次元ボリューム画像データは、磁気共鳴撮像装置または超音波診断画像装置により撮像され、

50

前記ナビゲーション画像には、前記焦点の位置と、前記三次元ボリューム画像データから検出された前記体表面が描出されることを特徴とする請求項 8 に記載の超音波治療装置。

【請求項 10】

前記体表面の描出は、予め設定された体表面情報に従って、前記ナビゲーション画像の輝度値が明らかに異なる領域を境として描出することを特徴とする請求項 9 に記載の超音波治療装置。

【請求項 11】

前記ナビゲーション画像には、前記各照射チャンネルと前記焦点を結ぶ治療超音波経路の模擬画像が重ねて描出されることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の超音波治療装置。

10

【請求項 12】

生体の体表面に対向させて保持され生体の治療対象部位に設定される焦点に治療超音波を照射する複数の照射チャンネルを有してなる治療プローブと、前記治療プローブの中心部に設けられ、前記生体との間で撮像用の超音波を送受する複数の撮像振動子を有してなる撮像プローブと、前記撮像プローブの受信信号から生成される前記焦点を含む超音波断層像を生成する超音波画像構成部と、前記超音波断層像を表示する表示部と、前記治療プローブの位置を検出する三次元位置検出器と、前記生体の前記治療対象部位を含めた三次元ボリューム画像データが蓄積されたメモリと、前記三次元位置検出器により検出された前記治療プローブの位置に基づいて、前記三次元ボリューム画像データから前記治療プローブの中心軸周りの複数の超音波断層像を切出して前記表示部に表示する距離計測用画像構成部とを有し、

20

前記表示部に表示された距離計測用画像に基づいて、前記焦点から前記体表面までの距離を前記照射チャンネルごとに計測する距離計測部と、

前記距離が前記体表面の火傷の可能性に基づいて定めた設定値以上の部位を識別可能に色分けされた警報画像を描出する火傷警報部を備えてなる超音波治療システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、超音波治療装置及び超音波治療システムに係り、高密度焦点式超音波（HIFU：High Intensity Focused Ultra sound）を生体に設定される対象部位に照射して治療する超音波治療装置及び超音波治療システムに関する。

【背景技術】

【0002】

HIFU 治療は、高密度に集束した超音波を治療対象部位に設定した焦点に照射して病変部を局所的に加熱し、その病変部の組織を熱凝固させて血流の遮断効果が高い塞栓治療を実現する侵襲性の低い治療として知られている。例えば、生体の直腸内に治療プローブを挿入し、治療対象部位の病変部に HIFU を照射して治療することが提案されている。また、特許文献 1 に紹介されている HIFU を用いた超音波治療装置は、マルチチャンネル発生器から供給される超音波の電気信号（以下、超音波信号という。）で複数の治療振動子（トランスジューサ）をそれぞれ駆動する治療プローブが提案されている。すなわち、各チャンネル発生器を、それぞれ独立して治療超音波の振幅、周波数および位相を制御して HIFU 照射することにより、焦点位置を移動させて広範囲の治療対象部位を治療することができる。また、HIFU 治療領域をモニタリングする手法として、MRI（磁気共鳴撮像）装置が用いられる。また、生物組織を加熱治療するための組立体のエネルギー発生マルチチャンネル構成により、照準面内に存在する治療対象（ターゲット）領域の周囲で、前記照準面における照準方向を変えることができる移動手段を備えている。

40

【0003】

50

一方、特許文献 2 には、穿刺針などの処置具による生体内へのアクセス時におけるアクセス開始位置、目的位置及び方向を実空間上で表示可能にする技術が報告されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4 5 1 9 9 0 5 号

【特許文献 2】特許第 4 1 1 0 4 5 7 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

特許文献 1 に記載の治療方法では、各チャンネルから照射する治療超音波の位相制御を行い、全てのチャンネルから治療超音波を照射して広範囲の焼灼が可能となる。しかし、全てのチャンネルを用いて周期的に高強度の治療超音波のパルス照射をするため、HIFU 照射経路上にある生体表面（体表面の皮膚組織）の火傷が問題となる。つまり、通常、治療プローブと生体表面との間に、例えば脱気水を満たした水袋を介在させて HIFU を照射する。この場合、水と生体表面（皮膚）の音響インピーダンスが極端に異なるから、水と生体表面の境界でトリガ超音波が反射して超音波エネルギーが蓄積され、その界面でキャビテーションと呼ばれる現象により泡が発生する。その泡に続いて加熱超音波が照射されると泡が破壊され、その破壊熱により皮膚が火傷するおそれがある。皮膚火傷が生じると、治療超音波の伝搬が阻害されて、深部の治療対象部位に治療超音波が照射されなくなるだけでなく、正常組織へのダメージが問題となる。

20

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、皮膚火傷を効果的に回避することができる超音波治療装置及び超音波治療システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の課題を解決するため、本発明の超音波治療装置は、生体の体表面に対向させて保持され、前記生体の治療対象部位に設定される焦点に治療超音波を照射する複数の照射チャンネルを有してなる治療プローブと、前記焦点から前記体表面までの距離を前記照射チャンネルに対応付けて計測する距離計測部と、前記距離が前記体表面の火傷の可能性に基づいて定めた設定値以上の部位を識別可能に色分けされた警報画像を描出する火傷警報部を備えてなることを特徴とする。

30

【0008】

前述したように、体表面の火傷（以下、皮膚火傷という。）の要因の一つは、皮膚と HIFU（治療超音波）の焦点との距離が短い場合が考えられる。つまり、複数の照射チャンネルから照射される HIFU のビームは、焦点に向けて絞り込まれることから、焦点が近くなるにつれて HIFU の密度が高くなる。そのため、皮膚と焦点間の距離が短くなると、皮膚を透過する HIFU の密度が高くなって火傷の可能性が高くなる。しかし、術者がモニタなどに表示されるナビゲーション画像に基づいて、皮膚と焦点間の距離を正しくあるいは正確に認識することは難しい。そこで、本発明では、距離計測部により焦点から体表面までの距離を照射チャンネルに対応付けて計測し、距離が皮膚火傷の可能性に基づいて定めた設定値以上の部位を識別可能に色分けされた警報画像を描出する火傷警報部を設けることにより、術者は、警報画像を見ることにより皮膚火傷の可能性の有無を的確に知覚することができる。

40

【0009】

警報画像は、治療プローブから照射される HIFU が透過する皮膚の領域に対応付けて、皮膚と焦点間の距離に応じて予め設定された色の画像により距離を表示する。例えば、火傷の可能性が高い皮膚領域に対応する領域の画像は、例えば赤などの警告色により表示する。火傷の可能性が有る皮膚領域に対応する領域の画像は、例えば黄色などの警告色により表示する。火傷の可能性低い領域の画像は、例えば青などの注意色により表示する。

50

これにより、術者は、火傷警報部に表示された色画像により、火傷の可能性の有無又は程度を判断できる。

【 0 0 1 0 】

なお、火傷警報部は、治療プローブの上面又はグラフィックユーザインターフェイス等に設けてもよい。さらに、治療プローブの外周縁に体表面に向けてリング状に複数のレーザ光源を設け、治療プローブの H I F U の円錐状の照射経路の外周面に沿ってレーザ光源から色分けされたレーザ光を体表面に照射して、体表面に警報画像を描出するようにしてもよい。この場合は、リング状の色表示が体表面に現れるから、術者は治療プローブを手技により操作して、焦点位置を変化させることにより、火傷の可能性の有無及び程度を判断できる。この場合、火傷警報部は、複数のレーザ光源の発光色を距離計測部により計測された距離に応じて制御する。

10

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、皮膚火傷を効果的に回避することができる超音波治療装置及び超音波治療システムを提供することができる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態の超音波治療システムの全体構成を示す図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態の超音波治療装置のブロック構成図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態の超音波プローブの構成を説明する図である。

20

【 図 4 】 本発明の一実施形態の治療プローブの複数の治療振動子から送出される治療超音波ビームと、複数の治療振動子（チャンネル）の配置を示す図である。

【 図 5 】 H I F U 治療を説明する図である。

【 図 6 】 本発明の一実施形態の超音波治療システムのナビゲーションガイド表示機能を説明する図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態の超音波治療システムの治療手順を示すフローチャートである。

【 図 8 】 本発明の一実施例の火傷警報部を備えた超音波治療装置の超音波プローブの構成を説明する図である。

【 図 9 】 本発明の特徴部に係る一実施例の火傷警報部の詳細なフローチャートである。

30

【 図 1 0 】 本発明の一実施例の火傷警報部の動作を説明する図である。

【 図 1 1 】 皮膚火傷を回避するためにプローブの位置変更する例を説明する図である。

【 図 1 2 】 皮膚火傷を回避するために H I F U の焦点位置を変更する例を説明する図である。

【 図 1 3 】 本発明の超音波治療システムの G U I の表示例を示す図である。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明を実施形態に基づいて説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 に、本発明の超音波治療システムの全体構成を示す。医用画像装置の一つである磁気共鳴撮像（ M R I ）装置 1 は、例えば、垂直磁場永久磁石方式の M R I 装置である。しかし、垂直磁場永久磁石方式の M R I 装置に限られるものではなく、その他の方式の M R I 装置、 C T 装置、 P E T 装置、超音波画像装置、等々の周知の医用画像装置を適用することができる。

40

【 0 0 1 5 】

本実施形態の M R I 装置 1 は、図示のように、垂直な静磁場を発生させる上部磁石 3 と下部磁石 5、これら磁石を連結するとともに上部磁石 3 を支持する支柱 7、位置検出デバイス 9、アーム 1 1、モニタ 1 3、1 4、モニタ支持部 1 5、基準ツール 1 7、パーソナルコンピュータ 1 9、ベッド 2 1、M R I 制御部 2 3 などを含んで構成されている。M R I 装置 1 の図示しない傾斜磁場発生部は、傾斜磁場を発生させる。更に、M R I 装置 1 は

50

、静磁場中の患者 2 4 に核磁気共鳴を生じさせるための図示しない R F 送信器、患者 2 4 からの核磁気共鳴信号を受信する図示しない R F 受信器を備えている。

【 0 0 1 6 】

位置検出デバイス 9 は、超音波プローブ 3 7 の三次元の位置及び姿勢（以下、位置と総称する。）を検出する三次元位置検出器である。すなわち、位置検出デバイス 9 は、2 台の赤外線カメラ 2 5 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、超音波プローブ 3 7 に取り付けられたポインタ 2 7 の三次元位置を検出する。これにより、ポインタ 2 7 は、超音波プローブ 3 7 の位置及び傾き（以下、位置と総称する。）を検出する機能とともに、超音波画像と M R 画像の撮像断層面の指示デバイスとして機能する。また、位置検出デバイス 9 は、アーム 1 1 により移動可能に上部磁石 3 に連結され、M R I 装置 1 に対する配置を適宜変更可能に形成されている。モニタ 1 3 には、術者 2 9 が把持するポインタ 2 7 により指示された患者 2 4 の断層面の超音波画像が表示される。モニタ 1 3 は、モニタ支持部 1 5 により赤外線カメラ 2 5 と同様に上部磁石 3 に連結されている。基準ツール 1 7 は、赤外線カメラ 2 5 の座標系と M R I 装置 1 の座標系をリンクさせるもので、3 つの反射球 3 5 を備え、上部磁石 3 の側面に設けられている。

10

【 0 0 1 7 】

パーソナルコンピュータ 1 9 には、赤外線カメラ 2 5 が検出して算出したポインタ 2 7 の位置情報が、超音波プローブ 3 7 の位置データとして、例えば、R S 2 3 2 C ケーブル 3 3 を介して送信される。M R I 制御部 2 3 は、ワークステーションで構成され、図示しない R F 送信器、R F 受信器などを制御する。また、M R I 制御部 2 3 は、パーソナルコンピュータ 1 9 と接続されている。パーソナルコンピュータ 1 9 では、赤外線カメラ 2 5 が検出して算出したポインタ 2 7 の位置データを M R I 装置 1 での撮像範囲の位置データに変換し、M R I 制御部 2 3 へ送信する。位置データは、撮像シーケンスの撮像断面の制御に反映される。新たな撮像断面で取得された M R 画像はモニタ 1 3 に表示される。また、M R 画像は映像記録装置 3 4 に同時記録される。

20

【 0 0 1 8 】

超音波治療装置 4 0 は、ポインタ 2 7 が取り付けられた超音波プローブ 3 7 で得られた超音波画像を専用のモニタ 3 8 に映し出すようになっている。また、超音波画像はパーソナルコンピュータ 1 9 に転送されて画像処理が行われ、術者用モニタ 1 3 、1 4 に映し出される。超音波プローブ 3 7 は M R I 装置 1 の磁場内でも作動可能なセラミックなどの非磁性体で形成されている。また、超音波プローブ 3 7 は、図 3 で説明するように、H I F U の治療超音波を照射する治療プローブ 3 7 a と、超音波画像撮像用の撮像プローブ 3 7 b が備えられている。

30

【 0 0 1 9 】

超音波治療装置 4 0 は、パーソナルコンピュータ等のコンピュータで形成される H I F U コントローラ 4 9 と、H I F U コントローラ 4 9 から出力される H I F U の超音波信号を増幅するパワーアンプ 5 0 を備えて構成されている。パワーアンプ 5 0 から出力される超音波信号は、超音波プローブ 3 7 の治療プローブ 3 7 a に供給される。これにより治療プローブ 3 7 a から患者 2 4 に H I F U （高密度焦点式超音波）を照射して、H I F U 治療を行うようになっている。

40

【 0 0 2 0 】

図 2 に、超音波治療装置 4 0 の主要部のブロック構成を示す。超音波治療装置 4 0 は、撮像プローブ 3 7 b に超音波信号を送受信する超音波送受信部 4 4 と、受信信号に基づいて H I F U の焦点を含む二次元超音波画像（例えば、B モード画像）或いは三次元超音波画像を構成する超音波画像構成部 4 5 と、超音波画像構成部 4 5 で構成された超音波画像を表示する表示部であるモニタ 3 8 、各構成要素を制御する超音波制御部 4 7 と、超音波制御部 4 7 に指示を与えるコントロールパネル 4 8 とから構成されている。

【 0 0 2 1 】

超音波画像構成部 4 5 は、超音波送受信部 4 4 により撮像プローブ 3 7 b から患者 2 4 内に超音波を送受信して得られた反射エコー信号を用い、治療対象部位を含む二次元超音

50

波画像或いは三次元超音波画像を形成してモニタ 38 に表示するようになっている。

【0022】

HIFUコントローラ 49 は、超音波治療装置 40 を超音波画像装置として動作させる場合は、超音波制御部 47 を介して撮像プローブ 37b を駆動して患者 24 に撮像用の弱い超音波を照射する。すなわち、超音波制御部 47 は、超音波治療装置 40 を診断装置として動作させる場合は患者 24 に照射する超音波のエネルギーを弱める。一方、超音波治療装置 40 を治療装置として動作させる場合は、超音波制御部 47 は、HIFUコントローラ 49 を介して、患者 24 に照射する超音波のエネルギーを強めるように、照射する超音波の強度等を制御する。

【0023】

すなわち、HIFUコントローラ 49 は、本発明の治療プローブ制御部を構成し、超音波制御部 47 から出力される指令に基づいてHIFUの超音波信号をパワーアンプ 50 に出力する。パワーアンプ 50 は、HIFUの超音波信号を増幅して治療プローブ 37a に出力する。これにより、治療プローブ 37a から患者 24 の所定部位に治療用の強い超音波が照射される。つまり、HIFUコントローラ 49 とパワーアンプ 50 は、治療プローブ 37a の治療超音波を発するチャンネルを構成する治療振動子 39 を複数備えた治療プローブ 37a から照射される治療超音波ビームの強度（エネルギー）を、それぞれ制御するようになっている。なお、治療プローブ 37a から発する超音波周波数は、2 MHz や 1 MHz と必要に応じて使い分けることができ、HIFUコントローラ 49 により制御される。

【0024】

また、HIFUコントローラ 49 は、超音波治療装置 40 と連動しており、HIFU照射前後の治療対象部位の状態遷移が分かるようになっている。HIFU照射前には、超音波治療装置 40 内部で診断画像を用いて、患者 24 の体表面である皮膚を描出する画像処理を行う機能も有している。超音波治療装置 40 で生成した情報はHIFUコントローラ 49 と共有することができる。

【0025】

また、本発明の特徴部の 1 つを構成する距離計測部 51 と、火傷警報部 52 とが超音波治療装置 40 内に組み込まれている。距離計測部 51 は、超音波治療装置 40 内部で診断画像を用いて、患者 24 の体表面である皮膚を描出する画像処理を行う機能を備え、さらにHIFUコントローラ 49 で設定したHIFU焦点から体表面までの距離を、治療プローブ 37a の照射チャンネルに対応付けて計測する機能を備えて構成されている。火傷警報部 52 は、距離計測部 51 で求めた焦点から体表面までの距離が、体表面の火傷の可能性に基づいて定めた設定値以上の部位を識別可能に色分けされた警報画像を生成して描出する機能を備えて構成されている。

【0026】

なお、図 1, 2 の例では、超音波治療装置 40 に超音波診断装置を組み込んで構成したが、超音波診断装置と超音波治療装置を別々の装置として構成してもよい。また、超音波治療装置 40 とHIFUコントローラ 49 を別々の装置としているが、一体の装置として構成することもできる。

【0027】

図 3 と図 4 に、本発明の特徴部に係る超音波プローブ 37 の一実施形態の構成図を示す。図 3 (a) は、超音波プローブ 37 の中心軸を通る面における断面図、図 3 (b) は超音波プローブ 37 の超音波送出面側から見た正面図である。同図から明らかなように、超音波プローブ 37 は、凹球面に形成された治療プローブ 37a と、凹球面の中心軸に配設された超音波画像の撮像用の撮像プローブ 37b を備えて形成されている。撮像プローブ 37b は、治療対象部位の焦点を含む図示扇形領域 601 の断層画像（超音波画像）を撮像して描出するための撮像用の超音波探触子である。

【0028】

治療プローブ 37a は、複数の治療振動子 39 からなる治療超音波照射チャンネル C i

10

20

30

40

50

j (以下、単に、チャンネルと略す。)を二次元平面又は三次元曲面に配列して形成される。しかし、本実施形態の治療プローブ37aは、図4(a)、(b)に示すように、凹球面を同心円状の複数の円環領域に分割し、さらに円環領域を径方向に分割してなる複数の領域に、それぞれ治療振動子39を配設して形成されている。各治療振動子39は治療超音波ビームのチャンネルCijを形成している。ここで、i(図示例では1~5)は最外周のチャンネルから中心に向かうチャンネルの順番であり、j(図示例では1~8)は周方向のチャンネルの順番である。言い換えれば、治療プローブ37aは、治療超音波ビームを送出する複数の治療振動子39を備えた、2次元マトリックス・アレイ・トランスジューサとして形成されている。ここで、複数の治療振動子39の数は、図示例では簡単化のため40個の例を示しているが、治療振動子39の数は 2^n が一般的であり、例えば、512個や1024個のものが用いられている。撮像プローブ37bは、治療対象部位の焦点を含む断層面601を撮像して描出するための撮像用の超音波探触子である。これらに共通するのは全てのチャンネル面積が同じであり、エネルギー強度が同一の構造になっている。ただし、中央部にはイメージング用のプローブ37bが取り付けられており、治療用超音波焦点を含む断面404を描出することができる。

10

20

30

40

【0029】

図4(b)において、分割された複数の治療振動子39を治療超音波照射チャンネル(以下、単に、チャンネルと略す。)と称して説明する。同図に示すように、凹球面を同心円状の複数の円環領域i(図示例では、 $i = 1 \sim 5$)に分割し、さらに円環領域を径方向に複数の領域j(図示例では、 $j = 1 \sim 8$)に分割して、複数n($n = 1, 2 \dots$ の任意の自然数。)のチャンネルCijが設けられている。各チャンネルCijから射出される治療超音波ビーム404aは焦点403に集束される。つまり、各チャンネルCijから送出される治療超音波の位相をそれぞれ独立に制御することにより、複数の治療超音波ビーム404aの送出角度を制御して焦点403に集束できる。

【0030】

このように構成されることから、治療プローブ37aの各チャンネルCijから照射される治療超音波はそれぞれ規定の照射経路(ルート)の治療超音波ビーム404aとなって、焦点403に集束する。つまり、複数のチャンネルCijの治療超音波の位相をそれぞれ独立に制御することにより、必ず規定のルートおよび焦点403を通ることになる。また、治療超音波の位相制御により、焦点403は、三次元(前後、左右、深度方向)に移動させることができる。

【0031】

次に、高密度焦点式超音波(HIFU)を照射して治療を実施する概要について、図5を参照して説明する。図5(a)に示すように、治療プローブ37aの各治療振動子39から送出される治療超音波ビーム404aの束であるHIFU404は、焦点403に集束させて照射される。また、図5(b)に示すように、1つの焦点403にHIFUを照射して治療(焼灼)される範囲は、例えば直径φが5~10mmである。したがって、HIFU照射による治療を行う際は、図5(c)に示すように、HIFU404の照射位置である焦点403の位置を順次移動させて、治療対象領域(ターゲット)402の全域にHIFU404を照射する。その際、超音波プローブ37の中心に取り付けられた撮像プローブ37bにより撮像される超音波画像で治療の様子をモニタリングする。ただし、治療とモニタリングを同時に行うと互いにノイズとして画像に現れてしまう。そこで、治療プローブ37aと撮像プローブ37bを交互に動作させることによりノイズがない明瞭な診断画像を取得する。なお、下記の非特許文献1に示すようなARFI(Acoustic Radiation Force Impulse)による焦点可視化を行うことで理想的な焼灼領域に対して、生体組織内の実際の影響領域が算出され、三次元計測を行うことで立体的な治療予定領域を算出できる。

【非特許文献1】Palmeri ML, Wang MH, Dahl JJ, Frinkley KD, et al. Quantifying hepatic shear modulus in vivo using acoustic radiation force. *Ultrasound in Medicine & Biology* 2008;34:546-58.

50

【 0 0 3 2 】

次に、図 6 を参照して、本実施形態のナビゲーションガイド表示機能を説明する。術者 2 9 は患者 2 4 に対して、H I F U コントローラ 4 9 にパワーアンプ 5 0 を介して接続された治療プローブ 3 7 a の焦点 4 0 3 を治療対象部位（ターゲット）の 1 点に合わせる。つまり、位置検出デバイス 9 に取り付けられた赤外線カメラにてポインタ 2 7 の位置から超音波プローブ 3 7 の位置を検出し、ナビゲーション画面 5 3 1 ~ 5 3 4 に、治療プローブ 3 7 a の焦点 4 0 3 及び H I F U 4 0 4 の模擬画像がそれぞれ表示される。術者 2 9 はナビゲーション画面 5 3 1 ~ 5 3 4 を見ながら、超音波プローブ 3 7 の位置を操作して、治療プローブ 3 7 a の焦点 4 0 3 をターゲットに合わせる。ナビゲーション画面構成は、例えば、3 軸断面（Axial、Sagittal、Coronal）のナビゲーション画面 5 3 1 ~ 5 3 3 の他に、三次元のボリュームレンダリング画面 5 3 4 等を用いることができるが、自由にカスタマイズできる。また、術者 2 9 は、事前に治療対象部位である治療予定領域 5 3 6、及び警告領域とマージン等をそれぞれ設定しておく。なお、ナビゲーション画像は超音波画像装置の他、MRI 装置などの医療画像装置により撮像された三次元の画像ボリュームデータを用いて構成することができる。

10

【 0 0 3 3 】

また、ナビゲーション画像には、超音波プローブ 3 7 の模擬画像の他に、術前プランニング（手術シミュレーション）情報 5 3 7 も画像上に重畳表示することができる。また、ボリュームレンダリング画面 5 3 4 の場合は、治療予定領域 5 3 6 を立体的に表示することができる。さらに、ナビゲーション画面 5 3 1 ~ 5 3 4 上の治療予定領域 5 3 6 や警告領域内に入った場合に警告を発する機能を備えることができる。また、例えば、治療予定領域 5 3 6 が警告領域内に入った場合に、ナビゲーション画面の画像や治療パラメータを自動的に変更する機能を備えることができる。

20

【 0 0 3 4 】

上述した操作を、MRI 装置のガントリ内部で実施する場合、上述した情報を超音波治療システムに対して連続かつリアルタイムにフィードバックし、治療対象領域における超音波プローブ 3 7 の模擬画像を含む同一の MRI 撮像断面画像 5 0 8 及び超音波画像 5 0 9 を表示させることができる。つまり、術者 2 9 は MRI 装置 1 による二次元リアルタイム画像とナビゲーションによる三次元画像情報を必要に応じて治療に利用することができる。MRI 装置 1 の高速撮像シーケンスの応用のひとつとして、フルオロスコピー（透視撮像）と呼ばれるリアルタイム動態画像化法が臨床応用されつつある。フルオロスコピーでは、1 秒以下程度の周期で撮像と画像再構成を繰り返すことにより、あたかも X 線透視撮像のように体内組織の動態抽出や体内に外部から挿入した器具の位置把握に用いることができる動態画像を生成して表示する。この応用は三次元高速撮像にも応用されている。

30

【 0 0 3 5 】

次に、図 7 に示した本実施形態の超音波治療システムの治療手順を示すフローチャートを説明する。MRI 装置 1（又は、超音波診断装置）を用いて複数の三次元ボリューム撮像および三次元画像の三次元再構成を行い（S 1 0 1）、この画像を用いて三次元再構成された三次元画像から画像処理にて特定領域描出（治療必須領域：セグメンテーション）を描出する（S 1 0 2）。その描出領域に H I F U 照射可領域と不可領域を設定し（S 1 0 3）、治療領域およびそれらを含むマージン領域を設定する（S 1 0 4）。H I F U 照射に関して必要なパラメータを入力後（S 1 0 5）、H I F U 治療計画を実施して、超音波プローブ 3 7 の位置のシミュレーションを行う（S 1 0 6）。治療計画後にナビゲーション等の手術支援誘導機能を起動し（S 1 0 7）、手術を開始する（S 1 0 8）。

40

【 0 0 3 6 】

手術時は、図 6 に示したように、超音波プローブ 3 7 の位置を追従して誘導支援画像であるナビゲーション画像に、超音波プローブ 3 7 の模擬画像を重畳表示する（S 1 0 9）。この模擬画像とともにグラフィックユーザインタフェース（GUI）に表示された数値情報を用いて、術者の手技により超音波プローブ 3 7 を治療計画位置（目的位置）へ誘導する（S 1 1 0）。誘導後は超音波画像や MRI 画像にてターゲットの位置を確認する（

50

S 1 1 1)。ここで、例えば、MRI画像や超音波診断画像により体表面である皮膚を描出し(S 1 1 2)、その画像に描出された超音波プローブ37の位置における焦点403と皮膚間の距離を計算する(S 1 1 3)。このステップS 1 1 3が、本発明の距離計測部51の処理である。この距離計測部における焦点403と皮膚間の距離 L_{ij} の計算法は、追って詳細に説明する。

【0037】

距離計測部(S 1 1 3)で求めた焦点403と皮膚間の距離が、皮膚火傷の可能性の有無および程度に基づいて定めた少なくとも1つの設定値 X_n 以上か未満か比較し、その比較結果に基づいて例えばレーザ光により色分け照射する(S 1 1 4)。つまり、焦点403と皮膚間の距離 L_{ij} が、皮膚火傷の可能性のある距離 X か否かを示す警報画像を描出する。このステップS 1 1 4が、本発明の警報画像を描出する火傷警報部52の処理である。この火傷警報部52の処理については、図8のフローチャートを用いて詳細に説明する。また、火傷警報部52の具体的な構成については、追って実施例に基づいて説明する。

10

【0038】

術者は、ステップS 1 1 4の警報画像に基づいて、自己の判断によりHIFU治療が開始されると同時に、MR画像や超音波診断画像によるモニタリングを行って、治療経過を適宜記録する(S 1 1 5)。そして、1つの治療領域のHIFU治療効果を確認後(S 1 1 6)、治療領域が残っているか否か、あるいは追加して治療する領域の有無を確認し(S 1 1 7)、治療領域が残っている場合は、ステップS 1 0 9 ~ S 1 1 6の処理を繰り返し、追加治療必要性の有無を確認して終了となる(S 1 1 7)。

20

【0039】

次に、本発明の特徴部である火傷警報部52を、実施例に基づいて説明する。

【実施例1】

【0040】

図8に、本発明の実施例1の火傷警報部52を備えた治療プローブ37aの構成を示す。本実施例は、図8(a)、(b)に示すように、治療プローブ37aのチャンネル C_{ij} の外周縁に、複数のスポットレーザのレーザ光源 $R_{01} \sim R_{25}$ を環状に配列してなるレーザ群610が設けられている。また、治療プローブ37aの外周縁の90°ピッチで、4つのスポットレーザのレーザ光源 $R_{31} \sim R_{34}$ が設けられている。各レーザ光源 $R_{01} \sim R_{25}$ と $R_{31} \sim R_{34}$ は、火傷警報部52のレーザ制御部によってレーザ光の発光色を制御可能に形成されている。レーザ群610は、図8(b)に示すように、治療超音波ビーム404aの外周面に沿って、レーザ光611を体表面501に照射するように配置されている。

30

【0041】

これにより、図8(c)に示すように、体表面501にリング状の警報画像612が描出される。また、4つのレーザ光源 $R_{31} \sim R_{34}$ からは、HIFUの照射中心を通る帯状光が発光され、図8(c)に示すように、体表面501に描出されたリング状の警報画像612の中に、HIFUの照射中心を示す十字マーク620が描出されるようになっている。十字マーク620の表示色は、治療プローブ37aの照射中心領域に分布する距離 C_{ij} の距離 L の色により描出する。

40

【実施例2】

【0042】

本実施例2は、実施例1の体表面501に警報画像612を描出することに代えて、治療プローブ37aのチャンネル面の背面側の外表面に、警報画像612を描出するプローブ表示部650を設けたことが相違する。その他の点は、実施例1と同一であることから、説明を省略する。プローブ表示部650は、液晶などの表示装置を用いて形成され、リング状の警報画像612と同一の警報画像に加えて、焦点403と体表面501間の距離 L 、表示色の色情報、その他関連する情報等を視覚情報として表示されるようになっている。

【0043】

50

なお、図 8 では、実施例 1 と実施例 2 の双方の警報画像を描出可能な例を示したが、実施例 1 と実施例 2 のいずれか一方の警報画像を描出するようにしてもよい。さらに、警報画像をモニタ 13、14、38 等のグラフィックユーザインターフェイス (GUI) にのみ、または併せて描出するようにしてもよい。

【0044】

図 7 のステップ S 114 の詳細なフローチャートを図 9 に示す。図 9 は、図 8 に示した治療プローブ 37a を用い、焦点 403 と皮膚間の距離 L が、皮膚火傷の可能性がある距離が否かを色分けで表示した警報画像を描出する火傷警報部 52 のフローチャートである。

【0045】

まず、ステップ S 113 で求めた焦点 403 と皮膚間の距離 L が、皮膚火傷の可能性の有無に基づいて定めた複数 (図示例では 3 つ) の設定値 X_1 、 X_2 、 X_3 ($X_1 < X_2 < X_3$) と比較する。この設定値は、各チャンネル C_{ij} から照射される HIFU のエネルギー強度、皮膚透過密度、HIFU の照射パターンに応じて、皮膚火傷の可能性の程度を理論的あるいは実験により求めて設定する。なお、本実施形態では、設定値 X_1 、 X_2 、 X_3 と、警報画像の表示色を、例えば次の通り設定する。

$L < X_1$: 皮膚火傷の可能性が極めて高い確率 (例えば赤色の警告色)。

$X_1 \leq L < X_2$: 皮膚火傷の可能性が有る (例えば黄色の警告色)。

$X_2 \leq L < X_3$: 皮膚火傷の可能性が低い (例えば青色の注意色)。

$L \geq X_3$: 皮膚火傷の可能性がほとんどない (例えば無色)。

しかし、設定値 X および表示色は、これらに限られるものではない。例えば、焦点 403 と皮膚 501 間の距離 L に応じて、連続的又は段階的に表示色を変化させて表示することも可能である。

【0046】

ここで、図 7 のステップ S 113 における焦点 403 と体表面 501 間の距離 L を計測する距離計測部 51 の処理について説明する。距離計測部 51 は、位置検出デバイス 9 により検出された超音波プローブ 37 の位置に基づいて、治療プローブ 37a の中心軸周りの複数のナビゲーション画像 531 などに対応する距離計測画像を、三次元ボリューム画像データから切出して、例えばモニタ 38 などの表示部に順次表示する。例えば、図 10 (a) に示す距離計測画像が表示されたとする。同図に示すように、距離計測画像には、超音波プローブ 37、HIFU の照射経路 404a、焦点 403、レーザ光 611、体表面 501 の模擬画像、さらに焦点 403 からの設定値 $X_1 \sim X_3$ を半径とする半円の画像が含まれる。距離計測部 51 は、焦点 403 から体表面 501 までの距離 L_{ij} を、距離計測画像に基づいてチャンネル C_{ij} ごとに計測する。なお、距離計測画像にて体表面を描出するには、生体表面および体表情報を予め登録しておき、それらの情報と輝度値が明らかに異なる領域の境を描出するようにする。

【0047】

このようにして計測したチャンネル C_{ij} ごとの距離 L_{ij} に基づいて、図 9 のステップ S 121 は、焦点 403 と皮膚間の距離 L_{ij} が設定値 X_2 以上のときは、ステップ S 122 からステップ S 123 に進み、後述する実施例のように、治療プローブ 37a のチャンネル C_{ij} の外周縁に設けられたレーザ群 610 から皮膚面に向けて、皮膚火傷の懸念がない安全色として予め定めた青色の警報画像 612 が描出される (S 123)。付言すれば、治療プローブ 37a から照射される治療超音波の円錐状の治療超音波経路の外周面に沿って、青色の輪が皮膚面 501 に描出される。これにより、術者は、超音波プローブ 37 の位置は、皮膚火傷の可能性が低いことを、色によって通知される。

【0048】

逆に、ステップ S 121 の判断で、焦点 403 と皮膚間の距離 L_{ij} が設定値 X_2 未満であれば、ステップ S 124 からステップ S 125 に進み、距離 L_{ij} が設定値 X_1 未満か否かを判断する (S 125)。距離 L_{ij} が設定値 X_1 以上のとき、つまり $X_1 \leq L_{ij} < X_2$ は、皮膚火傷の可能性が有ることを示す色 (例えば黄色) で警報画像 612 を描出する (S

10

20

30

40

50

126)。これにより、術者は、皮膚火傷の可能性が有るため、可能であれば超音波プローブ37を体表面から遠ざける検討することができる。また、距離 L_{ij} が設定値 X_1 未満のときは、皮膚火傷の可能性が極めて高いことを意味する警告色（例えば赤色）で警報画像612を描出する（S127）。これにより、術者はHIFUの照射不可を認識するとともに、超音波プローブ37の位置の移動を促すメッセージとして認識することができ、レーザ光による治療超音波照射経路の可視化と火傷の可能性を含めた警告が両立する（S128）。

【0049】

ここで、超音波プローブ37の位置を移動しないで、皮膚火傷のリスクを回避する場合は（S129）、HIFUの位相を制御して焦点403の位置を深い位置に変更することができる（S130）。つまり、術者は、必要に応じてHIFU照射パラメータの1つである治療超音波の位相をチャンネル C_{ij} ごとに変更して、焦点深度を深くして距離 L_{ij} を長くすることができる。HIFU照射パラメータの変更に従い、皮膚面には焦点403の位置が変更された旨を、例えばリング状の警報画像612の光の太さを太くしたり、点滅させたり、色分けにより、術者に認識させることができる。実施例2のプローブ表示部650にも同様の警報画像を表示する。また、プローブ表示部650に変更後のHIFU照射パラメータを表示して術者に認識させて（S130）、ステップS113に戻る。また、ステップS123とS129の否定の場合は、最終的に術者に条件・各種情報を通知して治療の最終判断決定を促し（S131）、ステップS115に戻る。

【0050】

次に、図11を参照して、図9のステップS129の火傷を回避する第1の処理法について説明する。図11は、超音波プローブ37の位置を変更して、焦点403から体表面501までの距離 L を長くすることにより、つまり $L > X_2$ とすることにより、火傷を回避する処理である。図11(a)はプローブ位置変更前の距離計測画像であり、同図(b)はプローブ位置変更後の距離計測画像である。同図(a)に示すように、焦点403から体表面501までの距離 L が、設定値 $X_1 \sim X_2$ の範囲に位置しているから火傷の可能性が有る。同図(b)は、超音波プローブ37を体表面501側に移動（例えば、100mm）して保持することにより、体表面501を透過するHIFUのエネルギー密度を低減し、皮膚火傷の可能性が有る距離を設定値 $X_{11} \sim X_{31}$ に設定する。これにより、焦点403から体表面501までの距離 L が $X_{21} \leq L < X_{31}$ の範囲になるので、火傷の可能性をなくすることができる。

【0051】

図11の火傷回避処理は、治療プローブ37aを術者が保持して治療を施す場合は、術者が手技により体表面501に対する治療プローブ37aの位置を移動して行う。また、超音波プローブ37全体をマニピュレータで保持して治療を施す場合は、マニピュレータにより体表面501に対する治療プローブ37aの位置を移動して行う。つまり、本発明の治療プローブ保持手段は、術者およびマニピュレータなどを含み概念である。そして、治療プローブ保持手段は、警報画像に警告色の部位が表示されたとき、治療プローブ37bの焦点位置を体表面501から離れる方向に移動、つまり治療プローブ37bを体表面501に近づける方向に移動して皮膚火傷の可能性を回避する。

【0052】

なお、治療プローブ位置を変更しても、焦点403の位置は変わらないものとするために、HIFUコントローラ49は、超音波プローブ37の変更後の位置と焦点403位置の関係に基づいて、つまり焦点距離が短縮されたことに対応して、チャンネル C_{ij} のHIFUの位相などの照射パラメータを変更することは当然である。これにより、図7のステップS106で決めた治療計画の変更をすることなく超音波治療を実施できる。

【0053】

また、警報画像615aのレーザ光の太さを太くしたり、点滅させることにより、術者により治療プローブ位置の変更が行われたことを認識可能にする。実施例2の場合は、プローブ表示部650に、焦点距離変更値、警報画像615a等を表示するとともに、その

旨のメッセージを術者に通知するようにする。さらに、H I F U照射中は、照射時間とカウントダウン値を表示してもよい。

【0054】

図12は、治療プローブ位置を保持したまま、H I F U照射部位である焦点403の位置を焦点403aに変更して、焦点403aから体表面501までの距離Lを長くすることにより、つまり $L > X_2$ とすることにより、火傷を回避する第2の処理法である。図12(a)は焦点位置変更前の距離計測画像であり、同図(b)は焦点位置変更後の距離計測画像である。同図(a)に示すように、焦点403から体表面501までの距離Lが、設定値 $X_1 \sim X_2$ の範囲に位置しているから火傷の可能性が有る。そこで、同図(b)に示すように、焦点403の位置を、体表面501に対して深度方向に移動(例えば、100mm)して、変更後の焦点403aを設定する。これにより、体表面501を透過するH I F Uのエネルギー密度を低減し、皮膚火傷の可能性が有る距離の設定値 $X_{11} \sim X_{31}$ を設定する。その結果、焦点403から体表面501までの距離Lが $X_{31} \sim L$ になるので、火傷の可能性をなくすることができる。

10

【0055】

すなわち、治療プローブ制御部であるH I F Uコントローラ49は、治療プローブ37aの各チャンネルから照射するH I F Uの位相を制御して焦点403の位置を移動可能に形成されている。したがって、H I F Uコントローラ49は、警報画像に警告色の部位が表示されたとき、焦点403の位置を体表面501から離れる方向、つまり深度方向に移動して皮膚火傷の可能性を回避する。

20

【0056】

なお、焦点403aの位置が変更され、治療プローブ37aのチャンネルCijから焦点403aまでの距離(焦点距離)が変わることから、H I F Uコントローラ49は、治療プローブ37aと変更後の焦点403aとの位置の関係に基づいて、つまり焦点距離が長くなったことに対応して、チャンネルCijのH I F Uの位相などの照射パラメータを変更することは当然である。また、H I F Uが照射される位置が治療計画と異なる位置になるので、図7のステップS106で決めた治療計画の変更が必要になる。

【0057】

また、警報画像615aのレーザ光の太さを太くしたり、点滅させることにより、術者により治療プローブ位置の変更が行われたことを認識可能にする。実施例2の場合は、プローブ表示部650に、焦点距離変更値、警報画像615a等を表示するとともに、その旨のメッセージを術者に通知するようにする。さらに、H I F U照射中は、照射時間とカウントダウン値を表示してもよい。

30

【0058】

以上説明したように、本発明の実施形態および実施例によれば、超音波プローブ37の位置合わせの視認性と、皮膚火傷の予防を同時に行うことができ、術者の利便性および患者に対する安全性を向上させることができる。

【0059】

図13に本発明の手術・治療時のGUI表示例を示す。3次元撮像ボタン1101を押下することで、Axial断面1131、Sagittal断面1132、Coronal断面1133、Volume Rendering画面1134に再構成され、セグメンテーションボタン1102を押下することで自動(または手動)でセグメンテーション・領域抽出が行われる。さらに、H I F U照射可/不可領域設定ボタン1103を押下することで、描出したセグメンテーション情報に対して、治療すべき領域1119の他に超音波アクセス不可領域を識別する。その他、治療計画・マージン設定ボタン1104を押下することで、治療経路1138を予め算出することもでき、治療時にはそれに沿うようガイドすることもできる。これらの情報は、Volume Rendering画面1134上で自由に回転でき、別視点/角度から閲覧することもできる。また、腫瘍領域(治療領域)1139、それらを含むマージン領域を設定する。ここで、治療パラメータ設定ボタン1105を押下することで、上記領域に対する治療パラメータを入力することができる。具体的な入力値として、H I F Uプローブ種類、形状

40

50

、出力強度、チャンネル毎の単位出力強度などがある。実際の手術時には、ナビゲーションボタン 1 1 0 6 を押下することで、治療に必要な機器やナビゲーション画像等の手術支援機能が連動して動作する。超音波プローブ 3 7 の位置を検出して、超音波プローブ 3 7 の模擬画像が Axial 断面 1 1 3 1、Sagittal 断面 1 1 3 2、Coronal 断面 1 1 3 3、Volume Rendering 画面 1 1 3 4 上に重畳表示される。術者は、事前に求めた治療経路 1 1 3 8 を参考に超音波プローブ 3 7 を誘導する。その他、超音波プローブ 3 7 の過去の経路を表示することができ、情報画面 1 1 2 5 に治療経過・生体情報の他にログ情報として腫瘍領域と治療領域の差や治療回数、時間、割合、残治療回数予定も手術情報としてリアルタイム表示することができる。超音波プローブ 3 7 の位置ガイドが終わったら、レーザ照射・経路描写ボタン 1 1 0 7 を押下することで、H I F U 焦点 4 0 3 における皮膚 5 0 1 までの距離を計測して、図 9 のフローチャートに従って、警報画像を生成して例えば体表面に描出する。体表面までの距離および警報画像の表示色に関する情報 1 1 1 1 はプローブ表示部 6 5 0 に表示される。治療プローブ 3 7 a の焦点 4 0 3 から体表面 5 0 1 まで距離がそれぞれ計測され、計測された距離に対応する表示色の警報画像 1 1 1 5 が画面上に表示される。ここで、治療プローブ 3 7 a に対する皮膚 5 0 1 までの距離と警報画像の色情報の関係は予め設定しておく。計測距離に応じて自動的に警報画像が描出される同時に G U I 上にアニメーション表示される。また、計測距離が極端に小さい値となった場合には火傷を促す警告を発して術者に超音波プローブ 3 7 の移動を促す機能を有している。治療直前にこれらの情報をナビゲーション画像上に表示することで、ユーザに対して視覚的に情報伝達する。H I F U 照射・効果確認ボタン 1 1 0 8 を押下することで治療が行われ、治療用超音波や必要に応じて M R 撮像交互の実施と、治療の状況は専用画面 1 1 1 7 に表示される。ターゲット 1 1 1 9 に対する治療領域 1 1 1 8 がリアルタイムに治療情報・超音波画像が表示され、治療画像に各種情報および警告情報を表示することもできる。例えば、過去に治療した領域 1 1 1 8 を重畳表示し、予定している治療予定領域・マージン 1 1 2 0 を越えている場合や患者に異常が生じた場合には警告を発する機能を自動的に O N / O f f することもできる。ターゲット 1 1 1 9 の他に「残治療領域 = ターゲット 1 1 1 9 - 治療済み 1 1 1 8 」およびマージン 1 1 2 0 も表示されていることから、術者には視覚的に残治療領域がわかるようになっており、M R I 下であれば M R 撮像と超音波撮像が連動して交互に撮像する機能も備わっている。M R 画像上には特定領域、マージン領域、A R F I による治療予定領域が同じように表示され、組織コントラストの異なる画像が表示される。術者は治療前後の画像情報 1 1 3 1 ~ 1 1 3 4 と手術情報 1 1 2 5 から再治療を行うかどうか判断し、必要に応じて再治療する。また、M R I の長所としては、身体の深部まで画像化できることが挙げられる。これより、術者は直前の治療画像を目視して術具の移動と追加治療を行うことができる。治療前後の情報は超音波画像 1 1 1 7、3 軸断面 1 1 3 1 ~ 1 1 3 3 および Volume Rendering 画像 1 1 3 4、M R 画像の他に、手術情報 1 1 2 5 が全て連動することができる。

【 0 0 6 0 】

また、必要に応じて H I F U 焦点距離補正ボタン 1 1 0 9 を押下することで、焦点位置 7 0 1 を変更することができ、プローブ表示部 6 5 0 の表示の変更だけでなく、G U I 上の焦点距離も変更に関連して位置が補正される。

【 0 0 6 1 】

以上、本発明を一実施形態および特徴部の実施例に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の主旨の範囲で変形又は変更された形態で実施することが可能なことは、当業者にとっては明らかであり、そのような変形又は変更された形態が本願の特許請求の範囲に属することはいうまでもない。

【 0 0 6 2 】

例えば、上述した実施形態および特徴部の実施例では、超音波プローブ 3 7 を術者が手に保持して手技により操作する例で説明したが、超音波プローブ 3 7 を周知のマニピュレータに保持させて、超音波プローブ 3 7 の位置を制御するようにすることは、本発明の範囲内である。マニピュレータを用いた場合は、位置検出デバイス 9 に代えて、マニピュレ

10

20

30

40

50

ータの座標系を用いて超音波プローブ 37 の位置を取得するようにしてもよい。

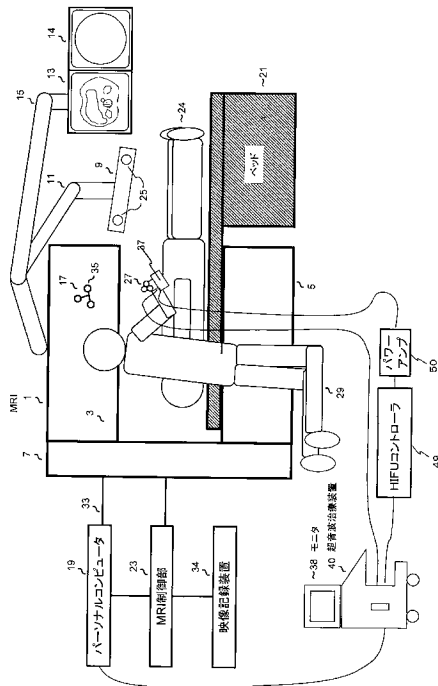
【符号の説明】

【0063】

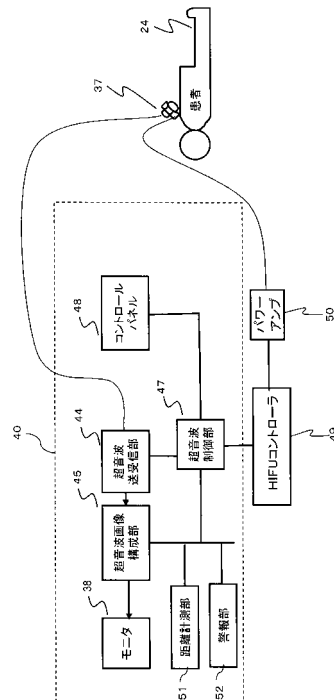
1 ... M R I 装置、3 ... 上部磁石、5 ... 下部磁石、7 ... 支柱、9 ... 位置検出デバイス、11 ... アーム、13、14 ... モニタ、15 ... モニタ支持部、17 ... 基準ツール、19 ... パーソナルコンピュータ、21 ... ベッド、23 ... M R I 制御部、24 ... 患者、25 ... 赤外線カメラ（位置検出デバイス）、27 ... ポインタ、29 ... 術者、33 ... R S 2 3 2 C ケーブル、34 ... 映像記録装置、35 ... 反射球、37 ... 超音波プローブ、37 a ... 治療プローブ、37 b ... 撮像プローブ、38 ... モニタ、40 ... 超音波治療装置、49 ... H I F U コントローラ、51 ... 距離計測部、52 ... 火傷警報部、650 ... プローブ表示部

10

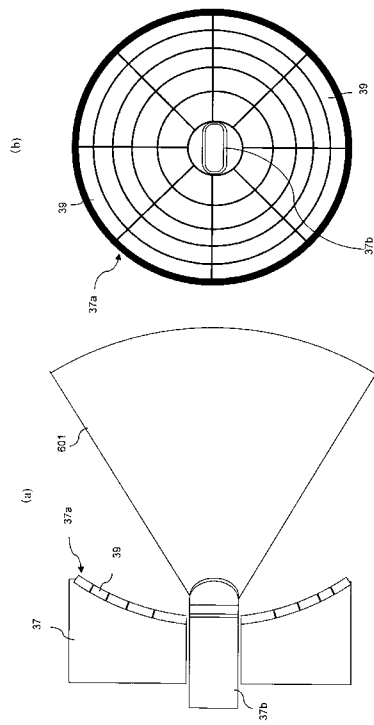
【図 1】



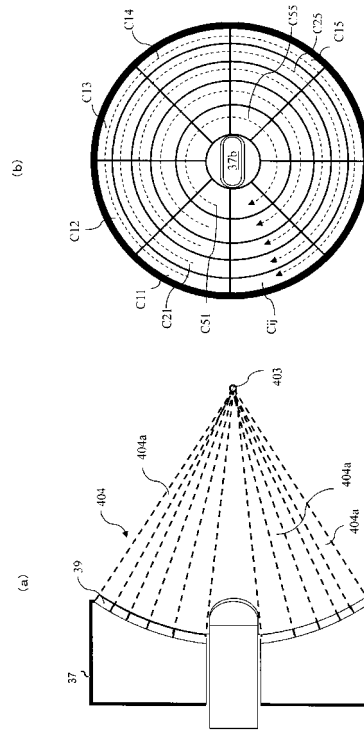
【図 2】



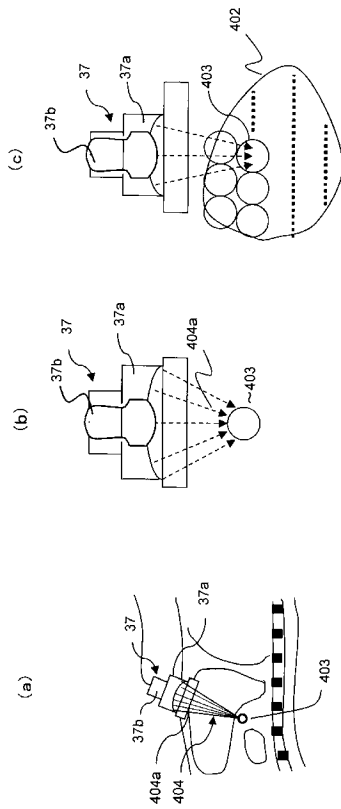
【図 3】



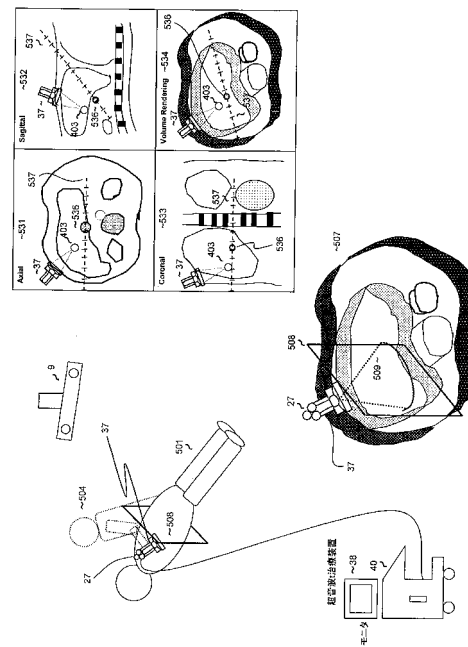
【図 4】



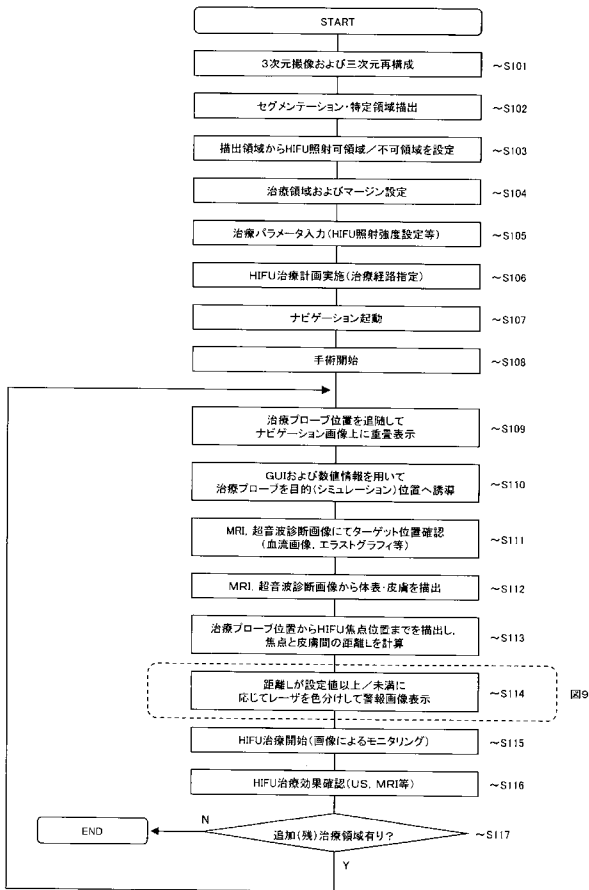
【図 5】



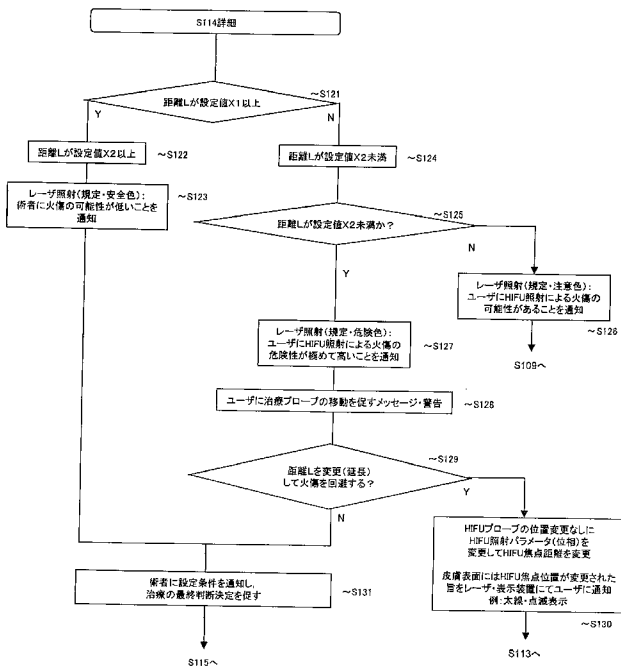
【図 6】



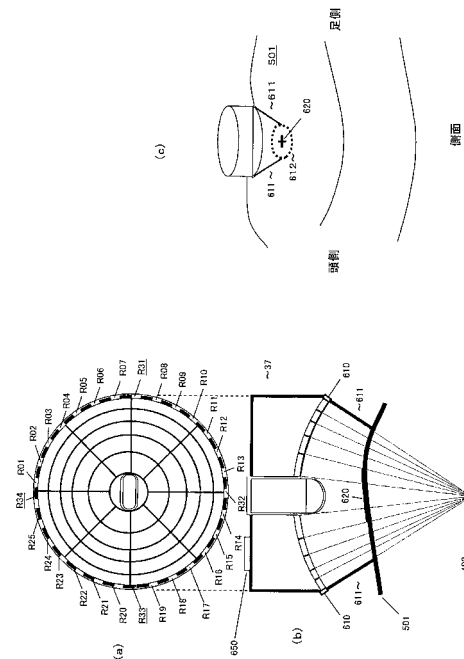
【図 7】



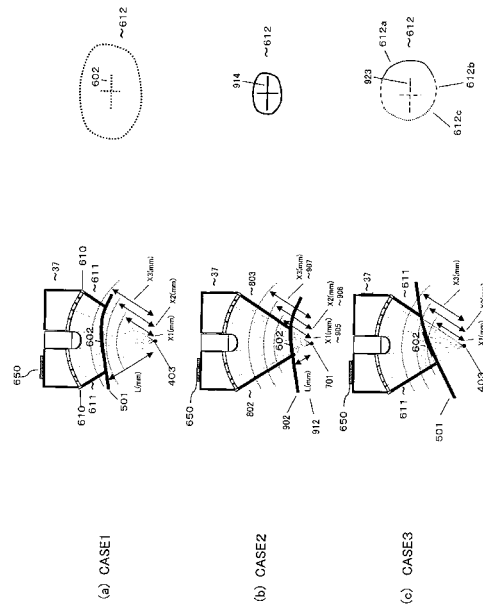
【図 9】



【図 8】



【図 10】



专利名称(译)	超声治疗仪和超声治疗系统		
公开(公告)号	JP2016129599A	公开(公告)日	2016-07-21
申请号	JP2015004996	申请日	2015-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	仲本秀和		
发明人	仲本 秀和		
IPC分类号	A61B18/00 A61B8/14		
FI分类号	A61B17/36.330 A61B8/14 A61N7/00 A61N7/02		
F-TERM分类号	4C160/JJ34 4C160/JJ35 4C160/MM32 4C601/BB03 4C601/EE19 4C601/FF13 4C601/FF16 4C601/JC25 4C601/KK22 4C601/KK30 4C601/KK31		
代理人(译)	田村 尚隆		
其他公开文献	JP6386384B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够有效避免皮肤灼伤的超声治疗设备和超声治疗系统。 解决方案：本发明的超声治疗设备40具有多个照射通道Cij，其面对着活体的体表501保持，并向设置在活体的治疗目标部位的焦点403照射治疗性超声波。 处理探针37a具有距离测量单元51，该距离测量单元51用于测量从焦点403到身体表面501的与照射通道Cij相关的距离L，并且该距离L根据在身体表面上灼伤的可能性来确定。 其特征在于包括烧伤警报单元52，用于显示与设置值X1、X2和X3相比能够区分烧伤可能性的彩色编码警报图像612。。 [选择图]图2

