

(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2020-62205

(P2020-62205A)

(43) 公開日 令和2年4月23日(2020.4.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 17/00 (2006.01)	A 6 1 B 17/00 7 0 0	4 C 1 6 0
A 6 1 B 34/32 (2016.01)	A 6 1 B 34/32	4 C 6 0 1
A 6 1 N 7/02 (2006.01)	A 6 1 N 7/02	
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2018-195869 (P2018-195869)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成30年10月17日 (2018.10.17)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(74) 代理人	110000578
			名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	稲田 誠生
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	植山 剛
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		Fターム(参考)	4C160 JJ33 JJ35 JJ36
			4C601 EE09 FF11 GA18 GA21 GB06
			GC02 GC12

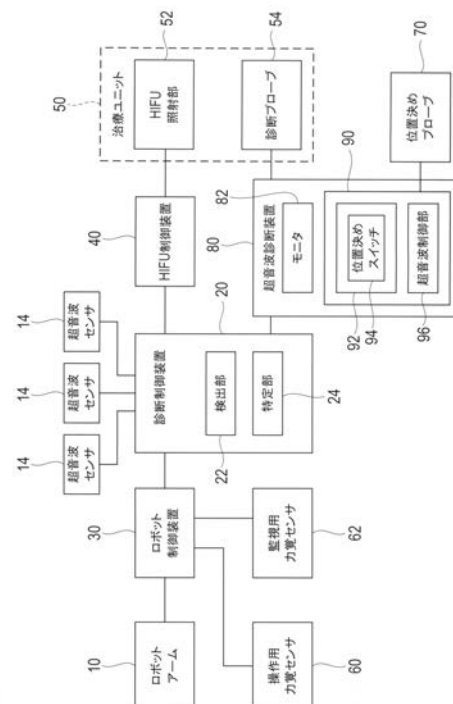
(54) 【発明の名称】 治療システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】周囲環境の影響を受けることを抑制し、超音波照射部から収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した診断プローブの位置および傾きを特定する技術を提供する。

【解決手段】治療システムのロボットアーム10は、収束超音波を照射する診断プローブ54が特定された位置および傾きになるように治療ユニット50を移動する。位置決めプローブ70は、操作者によって操作され、位置決め用超音波を受信または送信する。位置決め用超音波を送信または受信する3個以上の超音波センサ14は、保持部に設置される。検出部22は、位置決め用超音波を受信する位置決めプローブの受信信号、あるいは位置決め用超音波を受信する超音波センサの受信信号に基づいて、位置決めプローブの位置および傾きを検出する。特定部24は、検出部が検出する位置決めプローブの位置および傾きに基づいて、診断プローブの位置および傾きを特定する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

収束超音波を照射して患者の患部を治療する超音波照射部（５２）、ならびに、前記収束超音波とは異なる診断用超音波を送受信し、前記超音波照射部から前記収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した位置および傾きを特定される診断プローブ（５４）を有する治療ユニット（５０）と、

前記診断プローブが特定された位置および傾きになるように前記治療ユニットを移動するロボットアーム（１０）と、

前記ロボットアームを保持する保持部（１２）と、

前記超音波照射部から前記収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した前記診断プローブの位置および傾きを特定するために操作者（１２０）によって移動され、位置決め用超音波を受信または送信する位置決めプローブ（７０）と、

前記保持部に設置され、前記位置決めプローブの位置および傾きを検出するために前記位置決め用超音波を送信または受信する３個以上の超音波センサ（１４）と、

前記超音波センサが前記位置決め用超音波を送信する場合は、前記位置決め用超音波を受信する前記位置決めプローブの受信信号に基づいて、前記位置決めプローブの位置および傾きを検出し、前記位置決めプローブが前記位置決め用超音波を送信する場合は、前記位置決め用超音波を前記超音波センサが受信する受信信号に基づいて、前記位置決めプローブの位置および傾きを検出するように構成された検出部（２２）と、

前記検出部が検出する前記位置決めプローブの位置および傾きに基づいて、前記診断プローブの位置および傾きを特定するように構成された特定部（２４）と、

を備える治療システム（２）。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の治療システムであって、

前記検出部は、周囲温度に基づいて音速を補正し、補正した音速に基づいて前記位置決めプローブの位置および傾きを検出するように構成されている、治療システム。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の治療システムであって、

前記超音波センサは前記保持部に 3 個設置されており、

前記検出部は、３個の前記超音波センサが前記位置決め用超音波を送信または受信することによる検出結果に基づいて前記位置決めプローブの 3 箇所の座標を検出し、検出した前記 3 箇所の座標に基づいて前記位置決めプローブの位置および傾きを検出するように構成されている、

治療システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の治療システムであって、

前記検出部は、検出した前記 3 箇所の座標により決定される面に基づいて前記位置決めプローブの傾きを検出し、予め設定された前記治療ユニットの傾きの方向の範囲に対応した前記位置決めプローブの傾きの方向の範囲に基づいて、前記面が面している 2 方向のいずれの方向に前記位置決めプローブが傾いているかを検出するように構成されている、

治療システム。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の治療システムであって、

前記検出部が前記位置決めプローブの位置および傾きを検出する検出タイミングを決定する位置決めスイッチ（９４）と、

前記位置決めスイッチで決定する前記検出タイミングで前記位置決めプローブが送信する超音波により撮像される画像において、前記患部として特定される位置が前記位置決めプローブの中心軸を中心とした所定範囲内であれば、前記位置決めスイッチによる前記検出タイミングの決定を有効にし、前記患部の位置が前記所定範囲から外れている場合、前

10

20

30

40

50

記位置決めスイッチによる前記検出タイミングの決定を無効にするように構成された判定部（９６）と、

をさらに備える治療システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した超音波照射部の位置を特定する技術に関する。

【背景技術】

【０００２】

焦点を収束した収束超音波を超音波照射部から照射して患部を治療する技術が知られている。以下、収束超音波をＨＩＦＵとも言う。ＨＩＦＵによる治療では、患部に正確に収束超音波を照射するために、ＨＩＦＵを照射する超音波照射部の位置を正確に決めることが重要である。

【０００３】

例えば、ＨＩＦＵの技術として、特許文献１には、赤外線カメラによって超音波照射部であるＨＩＦＵプローブの位置を検出することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１２－８０９４８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、カメラによって超音波照射部の位置を検出する場合、周囲環境として光の影響により、超音波照射部の位置の検出精度が低下することがある。

カメラに代えて磁気センサで超音波照射部の位置を検出することも考えられる。しかしながら、周囲環境として治療室内の種々の機器により形成される磁場の影響で、磁気センサによる超音波照射部の位置の検出精度が低下することがある。

【０００６】

本開示の１つの局面は、周囲環境の影響を受けることを抑制し、超音波照射部から収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した診断プローブの位置および傾きを高精度に特定する技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本開示の１つの態様による治療システム（２）は、治療ユニット（５０）と、ロボットアーム（１０）と、保持部（１２）と、位置決めプローブ（７０）と、超音波センサ（１４）と、検出部（２２）と、特定部（２４）と、を備える。

【０００８】

治療ユニットは、収束超音波を照射して患者の患部を治療する超音波照射部（５２）、ならびに、収束超音波とは異なる診断用超音波を送受信し、超音波照射部から収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した位置および傾きを特定される診断プローブ（５４）を有する。ロボットアームは、診断プローブが特定された位置および傾きになるように治療ユニットを移動する。保持部は、ロボットアームを保持する。

【０００９】

位置決めプローブは、超音波照射部から収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した診断プローブの位置および傾きを特定するために操作者によって操作され、位置決め用超音波を受信または送信する。超音波センサは、３個以上であり、保持部に設置され、位置決めプローブの位置および傾きを検出するために位置決め用超音波を送信または受信する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

検出部は、超音波センサが位置決め用超音波を送信する場合は、位置決め用超音波を受信する位置決めプローブの受信信号に基づいて、位置決めプローブの位置および傾きを検出し、位置決めプローブが位置決め用超音波を送信する場合は、位置決め用超音波を超音波センサが受信する受信信号に基づいて、位置決めプローブの位置および傾きを検出する。

【 0 0 1 1 】

特定部は、検出部が検出する位置決めプローブの位置および傾きに基づいて、診断プローブの位置および傾きを特定する。

このような構成によれば、位置決め用超音波を使用して位置決めプローブの位置および傾きを予め高精度に検出することにより、超音波照射部から収束超音波を照射して実際に患部を治療する前に、収束超音波を照射して患者の患部を治療するために適した診断プローブの位置および傾きを、周囲環境の影響を抑制して高精度に特定できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 治療システムを示す模式図である。

【 図 2 】 治療システムを示すブロック図である。

【 図 3 】 位置決めプローブによる位置決めを説明する模式図。

【 図 4 】 位置決めプローブの位置と患部の位置との関係を示す模式図。

【 図 5 】 位置決めプローブの超音波素子を示す斜視図。

【 図 6 】 位置決めプローブの座標を説明する説明図。

【 図 7 】 診断プローブによる位置決めを説明する模式図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

以下、図面を参照しながら、本開示の実施形態を説明する。

〔 1 . 構成 〕

図 1 および図 2 に示す治療システム 2 は、ロボットアーム 1 0 と、カート 1 2 と、超音波センサ 1 4 と、診断制御装置 2 0 と、ロボット制御装置 3 0 と、H I F U 制御装置 4 0 と、治療ユニット 5 0 と、監視用力覚センサ 6 2 と、位置決めプローブ 7 0 と、超音波診断装置 8 0 と、を備える。

【 0 0 1 4 】

診断制御装置 2 0 と、ロボット制御装置 3 0 と、H I F U 制御装置 4 0 と、超音波診断装置 8 0 とは、C P U と、例えば、R A M または R O M 等の半導体メモリと、を有するマイクロコンピュータを備える。以下、半導体メモリを単にメモリともいう。

【 0 0 1 5 】

各装置の各機能は、C P U が非遷移的実体的記録媒体に格納されたプログラムを実行することにより実現される。この例では、メモリが、プログラムを格納した非遷移的実体的記録媒体に該当する。また、このプログラムが実行されることで、プログラムに対応する方法が実行される。なお、各装置は、1 つのマイクロコンピュータを備えてもよいし、複数のマイクロコンピュータを備えてもよい。

【 0 0 1 6 】

各装置が備える各機能を実現する手法はソフトウェアに限るものではなく、その 1 部または全部の機能は、1 つあるいは複数のハードウェアを用いて実現されてもよい。例えば、上記機能がハードウェアである電子回路によって実現される場合、その電子回路は、デジタル回路、またはアナログ回路、またはこれらの組合せによって実現されてもよい。

【 0 0 1 7 】

診断制御装置 2 0 は、検出部 2 2 と特定部 2 4 とを備えている、検出部 2 2 は、超音波センサ 1 4 が送信する位置決め用超音波に基づいて、位置決めプローブ 7 0 の位置および傾きを検出する。特定部 2 4 は、検出部 2 2 が検出する位置決めプローブ 7 0 の位置および傾きに基づいて、診断プローブ 5 4 の位置および傾きを特定する。

【 0 0 1 8 】

ロボット制御装置 3 0 は、ロボットアーム 1 0 の動作を制御する。図 1 に示すように、ロボットアーム 1 0 の根元はカート 1 2 により保持されている。ロボットアーム 1 0 の先端には、治療ユニット 5 0 および監視用力覚センサ 6 2 が取り付けられている。

【 0 0 1 9 】

ロボットアーム 1 0 は、ロボット制御装置 3 0 により動作を制御されることにより、治療ユニット 5 0 の位置および傾きを変化させる。ロボットアーム 1 0 は、治療ユニット 5 0 のうち、後述する水袋 5 6 をベッド 1 1 0 の上に横臥している患者 1 0 0 の体に押し付ける。監視用力覚センサ 6 2 は、治療ユニット 5 0 が患者 1 0 0 の体に加える力を検出する。

10

【 0 0 2 0 】

ロボット制御装置 3 0 は、診断制御装置 2 0 から通知される診断プローブ 5 4 の位置および傾きに基づいて、ロボットアーム 1 0 の動作を制御する。また、ロボット制御装置 3 0 は、治療ユニット 5 0 の操作用力覚センサ 6 0 が検出した力の大きさと方向とに応じて、ロボットアーム 1 0 の動作を制御する。

【 0 0 2 1 】

H I F U 制御装置 4 0 は、後述する H I F U 照射部 5 2 のアンプを備える。また、H I F U 制御装置 4 0 は、H I F U 照射部 5 2 による H I F U の照射を開始したり、停止したりする。また、H I F U 制御装置 4 0 は、H I F U 照射部 5 2 が照射する H I F U の出力を調整する。

20

【 0 0 2 2 】

治療ユニット 5 0 は、H I F U 照射部 5 2 、診断プローブ 5 4 、水袋 5 6 、操作部 5 8 、および操作用力覚センサ 6 0 を備える。

H I F U 照射部 5 2 は、凹面に形成された照射面を有し、焦点となる 1 点に向けて H I F U を照射して患者 1 0 0 の患部を治療する。H I F U 照射部 5 2 から焦点までの距離は一定である。

【 0 0 2 3 】

診断プローブ 5 4 は H I F U 照射部 5 2 の照射面の中心から、H I F U の照射方向に向けて突設された軸状の部材である。診断プローブ 5 4 は、その中心軸を延長した方向、即ち、H I F U 照射部 5 2 に対する突出方向を中心とする予め設定された角度範囲に向けて診断用超音波を送信し、その反射波を受信して超音波診断装置 8 0 に送る。

30

【 0 0 2 4 】

水袋 5 6 は、H I F U 照射部 5 2 および診断プローブ 5 4 を覆う水密の袋である。水袋 5 6 は、H I F U 照射部 5 2 から照射される H I F U の減衰を抑制するために、H I F U の伝達媒体となる水で満たされる。また、患者 1 0 0 に対する診察および治療は、治療ユニット 5 0 の水袋 5 6 を患者 1 0 0 に接触させた状態で行われる。水袋 5 6 は、通常、診断プローブ 5 4 の先端が内側から接触する部位、または、診断プローブ 5 4 の中心軸上に位置する部位が患者 1 0 0 に接触する。

【 0 0 2 5 】

操作部 5 8 は、操作者 1 2 0 が把持可能なハンドルである。操作用力覚センサ 6 0 は、操作者 1 2 0 によって操作部 5 8 に加えられた力の大きさと方向とを検出する。

40

位置決めプローブ 7 0 は、診断プローブ 5 4 と同一の構造を有し、操作者 1 2 0 によって操作される。位置決めプローブ 7 0 は、診断プローブ 5 4 と同様に、診断用超音波を送信し、その反射波を受信して超音波診断装置 8 0 に送る。

【 0 0 2 6 】

超音波診断装置 8 0 は、モニタ 8 2 と超音波制御装置 9 0 とを備えている。モニタ 8 2 は、超音波画像を表示する。超音波制御装置 9 0 は、操作コンソール 9 2 と超音波制御部 9 6 とを備えている。

【 0 0 2 7 】

操作コンソール 9 2 には位置決めスイッチ 9 4 を含む各種スイッチが設置されている。

50

操作者 120 が位置決めスイッチ 94 を操作することにより、位置決めプローブ 70 の位置および傾きを検出する検出タイミングが決定される。

【0028】

超音波制御部 96 は、診断プローブ 54 と位置決めプローブ 70 とから受信する診断用超音波の反射波に基づいて、モニター 82 に超音波画像を表示する。超音波画像は、患者 100 の体内を表す 2 次元または 3 次元の画像である。

【0029】

さらに、超音波制御部 96 は、位置決めスイッチ 94 の操作が有効であるか無効であるかを判定する。

[2 . 位置決め処理]

次に、治療システム 2 による位置決め処理について説明する。

【0030】

操作者 120 は、位置決めプローブ 70 が送受信する診断用超音波によりモニター 82 に表示される超音波画像を見ながら、患者 100 の患部を探す。操作者 120 は、患部を見つけると、HIFU 照射部 52 から HIFU を照射して患者 100 の患部を治療するために適した診断プローブ 54 の位置および傾きを特定するために、位置決めプローブ 70 を移動する。

【0031】

図 3 に示すように、操作者 120 は、位置決めプローブ 70 の位置および傾きが確定すると、位置決めプローブ 70 の位置および傾きを保持した状態で、超音波診断装置 80 の操作コンソール 92 を操作して治療ユニット 50 で治療したい患部 102 の位置を特定する。

【0032】

モニター 82 には、患部 102 の位置を特定するために、HIFU 照射部 52 から HIFU を照射して治療する精度に応じた間隔のグリッドが超音波画像に重畳して表示される。例えば、5 mm の治療精度が要求されるのであれば、5 mm 四方のグリッドがモニター 82 に表示される。操作者 120 は、操作コンソール 92 を操作することにより、グリッドのいずれかの位置を治療ユニット 50 で治療したい患部 102 の位置として特定する。

【0033】

さらに操作者 120 は、位置決めプローブ 70 の位置および傾きを検出する検出タイミングを決定するために、位置決めスイッチ 94 を操作する。

この場合、図 4 の上段に示すように、位置決めプローブ 70 の中心軸 200 を中心とした所定範囲内に患部 102 が存在しない状態で位置決めスイッチ 94 を操作しても、超音波制御部 96 は、位置決めスイッチ 94 による位置決めプローブ 70 の位置および傾きの検出タイミングの決定を無効にする。位置決めスイッチ 94 による検出タイミングの決定を無効にする理由を、以下に説明する。

【0034】

HIFU 照射部 52 から HIFU を照射するときの診断プローブ 54 の位置および傾きは、患部 102 に HIFU の焦点を合わせるために、前述した操作者 120 により特定される患部 102 の位置と、位置決めプローブ 70 の位置および傾きとにより特定される。

【0035】

したがって、位置決めプローブ 70 の中心軸 200 を中心とした所定範囲内に患部 102 が存在しない場合、検出された位置決めプローブ 70 の位置から診断プローブ 54 を移動させる移動量が大きくなる。診断プローブ 54 の移動量が大きくなると、治療ユニット 50 が患者に押し付けられる力が増加することがある。

【0036】

そこで、位置決めプローブ 70 の中心軸 200 を中心とした所定範囲は、患部 102 の位置と、位置決めプローブ 70 の位置および傾きとにより特定される位置と傾きになるように診断プローブ 54 が移動しても、治療ユニット 50 が患者に押し付けられる力の増加を抑制できる範囲に設定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

超音波制御部 9 6 は、位置決めスイッチ 9 4 による検出タイミングの決定を無効にすると、位置決めスイッチ 9 4 による検出タイミングの決定が無効であることを診断制御装置 2 0 に通知する。さらに、超音波制御部 9 6 は、音声またはモニタ上の画像表示により、位置決めスイッチ 9 4 による検出タイミングの決定が無効であることを操作者 1 2 0 に報知する。

【 0 0 3 8 】

これに対し、図 4 の下段に示すように、位置決めプローブ 7 0 の中心軸 2 0 0 を中心とした所定範囲内に患部 1 0 2 が存在する状態で操作者 1 2 0 位置決めスイッチ 9 4 を操作すると、超音波制御部 9 6 は、位置決めスイッチ 9 4 による検出タイミングの決定を有効にする。

10

【 0 0 3 9 】

超音波制御部 9 6 は、位置決めスイッチ 9 4 による検出タイミングの決定が有効であることを診断制御装置 2 0 に通知するとともに、音声またはモニタ上の画像表示により、位置決めスイッチ 9 4 による検出タイミングの決定が有効であることを操作者 1 2 0 に報知する。

【 0 0 4 0 】

超音波診断装置 8 0 が、位置決めスイッチ 9 4 による検出タイミングの決定が有効であることを診断制御装置 2 0 に通知すると、診断制御装置 2 0 の検出部 2 2 は、カート 1 2 に設置された 3 個の超音波センサ 1 4 から、位置決めプローブ 7 0 の位置および傾きを検出するための位置決め用超音波を送信させる。図 5 に示すように、位置決めプローブ 7 0 の先端には、超音波を送受信する超音波素子 7 2 がマトリックス状に設けられている。

20

【 0 0 4 1 】

3 個の超音波センサ 1 4 から、位置決めプローブ 7 0 の位置および傾きを検出するための位置決め用超音波が送信されると、検出部 2 2 は、位置決めプローブ 7 0 の超音波素子 7 2 のうち互いに距離の離れた 3 個の超音波素子 7 2 が位置決め用超音波を受信した受信信号を超音波診断装置 8 0 から受信する。

【 0 0 4 2 】

そして、検出部 2 2 は、3 個の超音波センサ 1 4 から位置決め用超音波が送信されてから位置決めプローブ 7 0 の 3 個の超音波素子 7 2 が位置決め用超音波を受信するまでの時間と音速とに基づいて、3 個の超音波センサ 1 4 と 3 個の超音波素子 7 2 との距離を算出する。この場合、周囲温度に基づいて、超音波の音速を補正することが望ましい。

30

【 0 0 4 3 】

ここで、3 個の超音波センサ 1 4 のそれぞれを記号 c_1 、 c_2 、 c_3 で表し、3 個の超音波素子 7 2 のそれぞれを記号 p_1 、 p_2 、 p_3 で表し。さらに、3 個の超音波センサ 1 4 と 3 個の超音波素子 7 2 との距離を $L(c_1 - p_1)$ 、 $L(c_2 - p_1)$ 、 $L(c_3 - p_1)$ 、 $L(c_1 - p_2)$ 、 $L(c_2 - p_2)$ 、 $L(c_3 - p_2)$ 、 $L(c_1 - p_3)$ 、 $L(c_2 - p_3)$ 、 $L(c_3 - p_3)$ で表す。

【 0 0 4 4 】

そして、図 6 に示すように、カート 1 2 に設定した原点 3 0 0 に対し、3 個の超音波センサ 1 4 のそれぞれの座標を、 $S_{c1} = (x_{c1}, y_{c1}, z_{c1})$ 、 $S_{c2} = (x_{c2}, y_{c2}, z_{c2})$ 、 $S_{c3} = (x_{c3}, y_{c3}, z_{c3})$ で表し、3 個の超音波素子 7 2 の座標を、 $S_{p1} = (x_{p1}, y_{p1}, z_{p1})$ 、 $S_{p2} = (x_{p2}, y_{p2}, z_{p2})$ 、 $S_{p3} = (x_{p3}, y_{p3}, z_{p3})$ で表す。

40

【 0 0 4 5 】

検出部 2 2 は、 S_{p1} の座標を、下記の連立方程式 (1) ~ (3) を解くことで検出できる。

$$\begin{aligned} & L(c_1 - p_1)^2 \\ = & (x_{p1} - x_{c1})^2 + (y_{p1} - y_{c1})^2 + (z_{p1} - z_{c1})^2 \quad \cdots (1) \\ & L(c_2 - p_1)^2 \end{aligned}$$

50

$$= (x_{p1} - x_{c2})^2 + (y_{p1} - y_{c2})^2 + (z_{p1} - z_{c2})^2 \cdots (2)$$

$$L(c3 - p1)^2$$

$$= (x_{p1} - x_{c3})^2 + (y_{p1} - y_{c3})^2 + (z_{p1} - z_{c3})^2 \cdots (3)$$

検出部 22 は、S p 2、S p 3 の座標も、上記と同様の連立方程式を解くことで求めて検出できる。

【0046】

検出部 22 は、S p 1、S p 2、S p 3 の 3 点の座標を検出することにより、位置決めプローブ 70 の位置を検出する。そして、検出部 22 は、S p 1、S p 2、S p 3 の 3 点の座標により決定される面から、この面が面している 2 方向、つまり面に直交する 2 方向を位置決めプローブ 70 の傾きとして検出する。

10

【0047】

面に直交する 2 方向のうち、どちらの方向が位置決めプローブ 70 の超音波素子 72 が設置されている面が面している方向であるか、つまり診断プローブ 54 が診断超音波を送信する方向であるかを決定する必要がある。

【0048】

ここで、治療ユニット 50 には、診断および治療に用いるときに傾ける方向の範囲が予め設定されている。検出部 22 は、治療ユニット 50 に対して予め設定されている傾きの方向の範囲に基づいて、S p 1、S p 2、S p 3 の 3 点の座標により決定される面に直交する 2 方向のうち、位置決めプローブ 70 が傾いている方向を決定する。

20

【0049】

特定部 24 は、検出部 22 が検出した位置決めプローブ 70 の位置を表す座標 S p 1、S p 2、S p 3 と、検出部 22 が検出した位置決めプローブ 70 が傾いている方向と、超音波診断装置 80 から受信した患部 102 の位置とに基づいて、H I F U 照射部 52 から照射する H I F U の焦点が患部 102 に収束して患部を治療するために適した位置と傾きの方向とになるように、診断プローブ 54 の位置と傾きの方向とを特定する。

診断プローブ 54 の位置と傾きの方向とが特定されることにより、治療ユニット 50 の位置と傾きの方向とが特定される。

【0050】

位置決めプローブ 70 の中心軸 200 上に患部 102 が存在している状態で位置決めプローブ 70 の位置と傾きの方向とが検出されていれば、特定された診断プローブ 54 の位置と傾きの方向とは、検出された位置決めプローブ 70 の位置と傾きの方向とに一致する。

30

【0051】

診断制御装置 20 は、特定部 24 が特定した診断プローブ 54 の位置と傾きの方向とをロボット制御装置 30 に通知する。

操作者 120 がカート 12 に設置された移動スイッチを操作すると、図 7 に示すように、ロボット制御装置 30 は、診断制御装置 20 から受信した診断プローブ 54 の位置と傾きの方向とになるように、ロボットアーム 10 の動作を制御する。

【0052】

[3 . 効果]

40

以上説明した上記実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

(1) 位置決め用超音波を使用することにより、周囲の光および磁場等の周囲環境の影響を抑制して位置決めプローブ 70 の位置と傾きの方向とを高精度に検出できる。これにより、H I F U 照射部 52 で実際に治療をする前に、H I F U 照射部 52 から H I F U を照射して患者 100 の患部 102 を治療するために適した診断プローブ 54 の位置と傾きの方向とを予め高精度に特定できる。

【0053】

(2) 上記実施形態では、超音波の音速を周囲の温度に基づいて補正するので、補正した音速に基づいて、位置決めプローブ 70 の位置および傾きを高精度に検出できる。

上記実施形態では、カート 12 が保持部に対応し、H I F U 照射部 52 が超音波照射部

50

に対応し、超音波制御部 9 6 が判定部に対応する。

【 0 0 5 4 】

[3 . 他の実施形態]

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されことなく、種々変形して実施することができる。

【 0 0 5 5 】

(1) 上記実施形態では、カート 1 2 に設置された超音波センサ 1 4 が送信する位置決め用超音波を位置決めプローブ 7 0 が受信し、超音波センサ 1 4 と位置決めプローブ 7 0 との距離に基づいて位置決めプローブ 7 0 の位置と傾きの方向とを検出した。

【 0 0 5 6 】

これに対し、位置決めプローブ 7 0 が送信する位置決め用超音波をカート 1 2 に設置された超音波センサ 1 4 が受信し、超音波センサ 1 4 と位置決めプローブ 7 0 との距離に基づいて位置決めプローブ 7 0 の位置と傾きの方向とを検出してよい。

【 0 0 5 7 】

(2) 上記実施形態では、患部 1 0 2 の位置と、位置決めプローブ 7 0 の位置と傾きの方向とに基づいて、診断プローブ 5 4 の位置と傾きの方向とを特定した。これに対し、位置決めプローブ 7 0 の中心軸 2 0 0 の軸上に患部 1 0 2 が存在することを前提とし、位置決めプローブ 7 0 の位置と傾きの方向とに基づいて、診断プローブ 5 4 の位置と傾きの方向とを特定してもよい。

【 0 0 5 8 】

(3) カート 1 2 に設置する超音波センサ 1 4 は 3 個に限る必要はなく、3 個以上であればよい。

(4) 上記実施形態で説明した診断制御装置 2 0 と、ロボット制御装置 3 0 と、H I F U 制御装置 4 0 とは、1 個の装置として構成されてもよいし、異なる装置として構成されてもよい。

【 0 0 5 9 】

(5) 上記実施形態では位置決めスイッチ 9 4 を有する操作コンソール 9 2 を超音波診断装置 8 0 に設置した。これに対し、位置決めスイッチ 9 4 を有する操作コンソール 9 2 をカート 1 2 に設置してもよい。

【 0 0 6 0 】

(6) 超音波制御部 9 6 が備える機能のうち、位置決めスイッチ 9 4 の操作が有効であるか無効であるかを判定する判定部としての機能を、診断制御装置 2 0 に備えてもよい。

(7) 上記実施形態における 1 つの構成要素が有する複数の機能を、複数の構成要素によって実現したり、1 つの構成要素が有する 1 つの機能を、複数の構成要素によって実現したりしてもよい。また、複数の構成要素が有する複数の機能を、1 つの構成要素によって実現したり、複数の構成要素によって実現される 1 つの機能を、1 つの構成要素によって実現したりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加または置換してもよい。

【 0 0 6 1 】

(8) 上述した治療システムその他、当該治療システムとしてコンピュータを機能させるためのプログラム、このプログラムを記録した半導体メモリ等の非遷移的実態の記録媒体、治療方法など、種々の形態で本開示を実現することもできる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 2 】

2 : 治療システム、1 0 : ロボットアーム、1 2 : カート (保持部)、2 2 : 検出部、2 4 : 特定部、3 0 : ロボット制御装置、4 0 H I F U 制御装置、5 0 : 治療ユニット、5 2 : H I F U 照射部、5 4 : 診断プローブ、7 0 : 位置決めプローブ、8 0 : 超音波診断装置、9 4 : 位置決めスイッチ、9 6 : 超音波制御部 (判定部)、1 0 0 : 患者、1 0 2 : 患部、2 0 0 : 中心軸

10

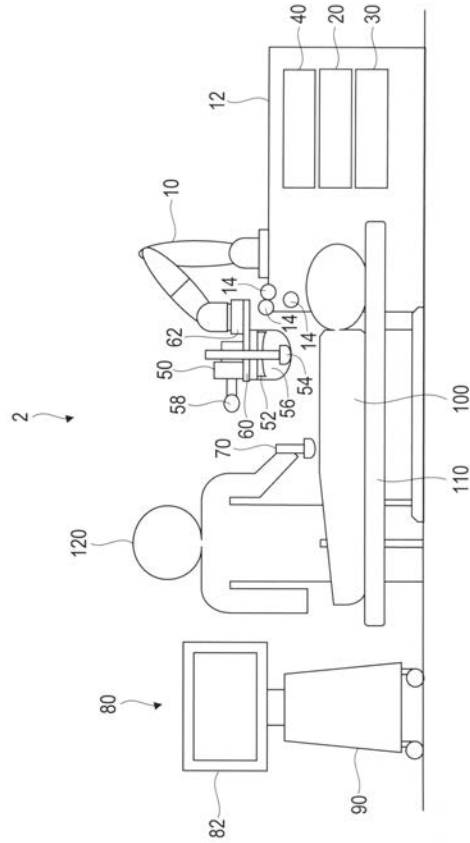
20

30

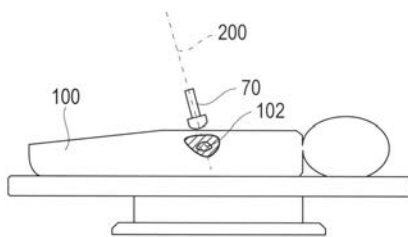
40

50

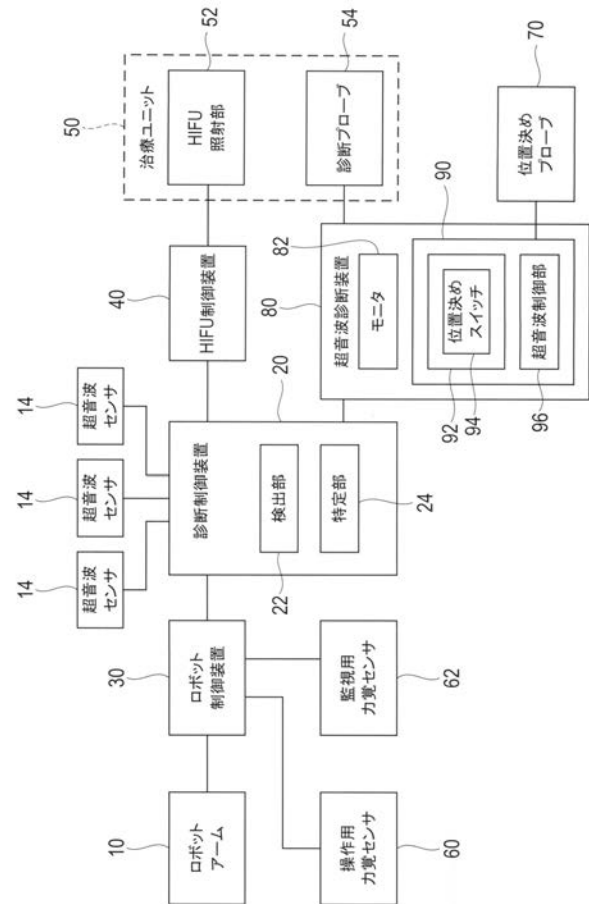
【図 1】



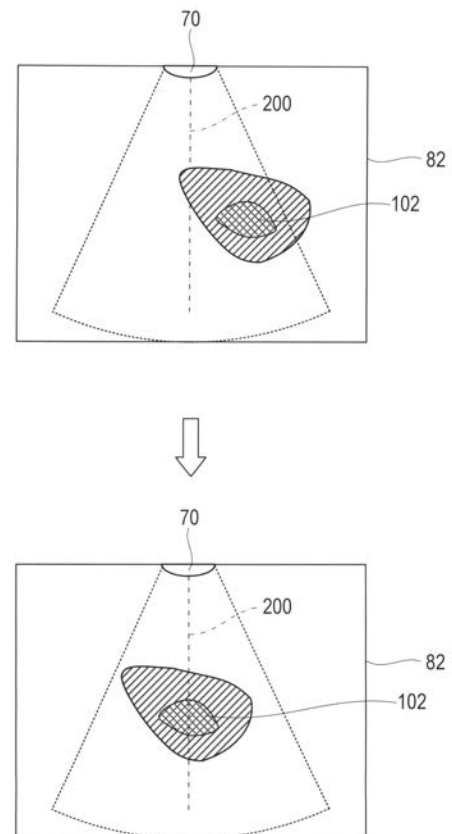
【図 3】



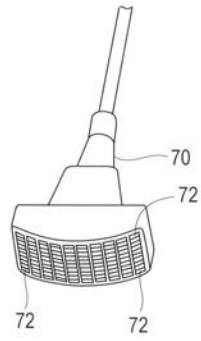
【図 2】



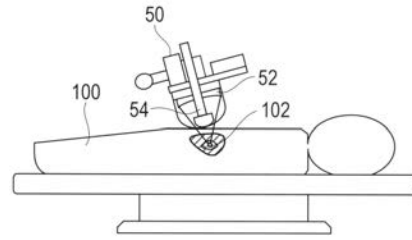
【図 4】



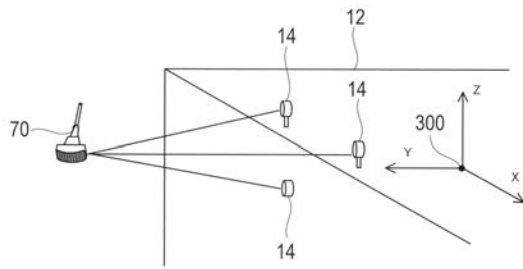
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



解决的问题：提供一种抑制周围环境的影响并从超声波照射单元照射会聚超声波以指定适合于治疗患者的患处的诊断探针的位置和倾斜度的技术。 解决方案：处理系统的机械臂10移动处理单元50，以使发出聚焦超声波的诊断探针54具有指定的位置和倾斜度。 定位探头70由操作员操作，并接收或发送定位超声波。 发射或接收定位超声波的三个或更多个超声波传感器14安装在支架中。 检测单元22基于接收定位超声波的定位探针的接收信号或接收定位超声波的超声波传感器的接收信号来检测定位探针的位置和倾斜度。 指定单元24基于由检测单元检测到的定位探针的位置和倾斜度来指定诊断探针的位置和倾斜度。[选择图]图2

