

(19) 日本国特許庁 (JP)

再 公 表 特 許 (A1)

(11) 国際公開番号

W02015/072566

発行日 平成29年3月16日 (2017.3.16)

(43) 国際公開日 平成27年5月21日 (2015.5.21)

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

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 18 頁)

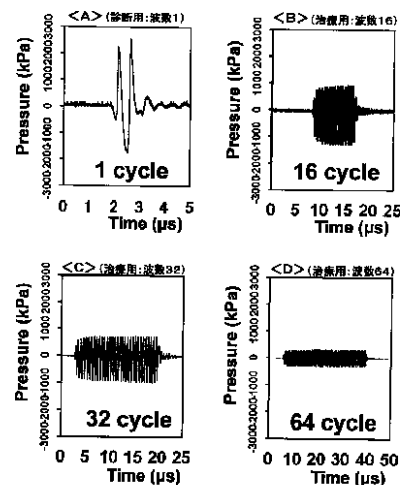
出願番号	特願2015-547815 (P2015-547815)	(71) 出願人	000005108
(21) 国際出願番号	PCT/JP2014/080365		株式会社日立製作所
(22) 国際出願日	平成26年11月17日 (2014.11.17)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(31) 優先権主張番号	特願2013-237707 (P2013-237707)	(71) 出願人	504157024
(32) 優先日	平成25年11月18日 (2013.11.18)		国立大学法人東北大学
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
		(74) 代理人	110001210
			特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
		(72) 発明者	関 佳徳
			東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立
			アロカメディカル株式会社内
		(72) 発明者	射谷 和徳
			東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立
			アロカメディカル株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波治療装置

(57) 【要約】

プローブ10は、診断用超音波と治療用超音波を送受する。送信部12は、プローブ10を制御することにより、診断用超音波よりも波数の多い治療用超音波の送信ビームを形成し、診断領域内に設定される治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する。診断用超音波よりも波数の多い治療用超音波を利用するため、診断用超音波と同程度の波数の治療用超音波を利用する場合に比べて治療効果が高まり、また、治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査するため、治療用超音波の送信ビームを走査しない場合に比べて治療効果が高まる。



<A> (Diagnostic: Wave number 1)
 (Therapeutic: Wave number 16)
<C> (Therapeutic: Wave number 32)
<D> (Therapeutic: Wave number 64)

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を送受するプローブと、
プローブを制御して診断用超音波の送信ビームを診断領域内で走査する送信部と、
診断用超音波の送信ビームに対応した受信ビームに沿って診断用超音波の受信信号を得る受信部と、
診断用超音波の受信信号に基づいて診断領域の超音波画像を形成する画像形成部と、
を有し、
前記送信部は、プローブを制御することにより、治療用超音波の送信ビームを形成し、
診断領域内に設定される治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、診断用超音波よりも波数の多い治療用超音波の送信ビームを形成し、診断領域内に設定される治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、波数が 6 波～64 波の治療用超音波を送波するようにプローブを制御する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、波数が 6 波～64 波の治療用超音波を送波するようにプローブを制御する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、虚血組織を含む治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

30

【請求項 6】

請求項 4 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、虚血組織を含む治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、治療用超音波の送信ビームの焦点を虚血組織の深さに設定する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、治療用超音波の送信ビームの焦点を虚血組織の深さに設定する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

40

【請求項 9】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、
診断用超音波を利用する診断モードと治療用超音波を利用する治療モードとを備え、
治療モードにおいて、
前記送信部は、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、
前記受信部は、治療用超音波の送信ビームに対応した受信ビームに沿って治療領域内から治療用超音波の受信信号を取得し、
前記画像形成部は、治療用超音波の受信信号に基づいて治療領域の超音波画像を形成す

50

る、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の超音波治療装置において、

前記送信部は、治療モードにおいて、虚血組織を含む治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の超音波治療装置において、

前記送信部は、治療モードにおいて、治療用超音波の送信ビームの焦点を虚血組織の深さに設定する、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、

診断用超音波を利用する診断モードと治療用超音波を利用する治療モードとを備え、治療モードにおいて、

前記送信部は、治療用超音波の放射圧が周期的に変動するように、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、変動する放射圧で治療部位を揺動させる、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の超音波治療装置において、

前記送信部は、治療モードにおいて、治療用超音波の放射圧が周期的に変動するように治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、変動する放射圧で治療部位である虚血組織を揺動させる、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波治療装置に関する。

【背景技術】

【0002】

虚血組織の治療、例えば虚血性心疾患に対する治療などでは、従来から、外科手術による観血的な治療が行われていた。この治療方法は、患者に対する侵襲性が高く、患者への負担が大きい。

【0003】

そこで、近年になり、衝撃波を用いて虚血組織を治療する方法が開発されている。例えば、心臓の冠動脈の一部の狭窄又は閉塞により損傷を受けた心筋組織に対して、弱い衝撃波を照射して治療する方法である。衝撃波を虚血組織に照射すると、その照射部位において新生血管再生が促される治療効果が知られている。この治療方法は非侵襲的であり、患者への負担が小さい。このような治療方法を実現する装置の例として、例えば、特許文献 1 に記載されている装置が知られている。この装置は、結石破碎装置を応用したものであり、結石破碎装置よりも出力を弱めた衝撃波を患部に照射する。

【0004】

特許文献 1 に記載される種類の装置では、衝撃波照射ヘッドにより生体内の画像を得ることができないため、照射部位の特定などのための超音波診断装置を別に用意する必要があった。しかし、超音波診断装置のプロブを衝撃波照射ヘッドと同一位置に置くことはできないので、超音波診断装置の診断画像は、衝撃波照射ヘッドとは異なる視点、視線方向からのものになってしまう。

【0005】

また、衝撃波照射ヘッドが比較的大きいことから、例えば心臓の治療の場合において、

10

20

30

40

50

治療対象となる心筋以外に、肋骨や肺組織などの組織にも衝撃波が照射されてしまう。この場合、肋骨や肺組織は、生体軟部組織との比較において音響インピーダンスが極めて異なる値であるために、生体軟部組織との境界で衝撃波が反射や散乱を起こし、治療対象となる心筋等へ到達する衝撃波を減少させてしまい、治療対象以外へ到達する衝撃波が増えてしまう。

【 0 0 0 6 】

こうした事情に鑑み、本願の出願人は、特許文献 2 において、治療部位以外への超音波照射を極力少なくする超音波治療装置を提案している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特許第 3 0 5 8 6 4 5 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 1 - 1 5 7 3 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

上述した背景技術に鑑み、本願の発明者は、超音波治療装置のさらなる改良について研究開発を重ねてきた。

【 0 0 0 9 】

本発明は、その研究開発の過程において成されたものであり、その目的は、従来よりも治療効果の高い超音波治療装置を提供することにある。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

上記目的にかなう好適な超音波治療装置は、超音波を送受するプローブと、プローブを制御して診断用超音波の送信ビームを診断領域内で走査する送信部と、診断用超音波の送信ビームに対応した受信ビームに沿って診断用超音波の受信信号を得る受信部と、診断用超音波の受信信号に基づいて診断領域の超音波画像を形成する画像形成部と、を有し、前記送信部は、プローブを制御することにより、治療用超音波の送信ビームを形成し、診断領域内に設定される治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、ことを特徴とする。

30

【 0 0 1 1 】

上記装置において、診断用超音波は、例えば、従来の超音波診断装置において診断に利用される超音波と比較して、波数や照射強度が同程度であり、例えば従来の一般的な超音波診断装置の振動素子を利用して送受される。これに対し、治療用超音波は、診断用超音波よりも波数が多いことが望ましい。なお、治療用超音波は、診断用超音波と比較して照射強度は同程度でよく、診断用超音波を送受する振動素子を利用して治療用超音波を送波することができる。もちろん、診断用超音波を送受する振動素子と治療用超音波を送波する振動素子を別々に設けてもよい。

【 0 0 1 2 】

上記装置によれば、診断用超音波よりも波数の多い治療用超音波を利用するため、診断用超音波と同程度の波数の治療用超音波を利用する場合に比べて、治療効果が高まる。例えば、診断用超音波の波数が 1 波または 2 波程度であれば、治療用超音波の波数は 3 波以上とされる。治療効果をさらに高めるためには、治療用超音波の波数は、例えば 6 波程度以上であることが望ましく、例えば 1 6 波、3 2 波、4 8 波、6 4 波などから選択される。実験結果から最も高い治療効果が期待されるのは 3 2 波であり、したがって、治療用超音波の波数は 3 2 波とされることが特に望ましい。もちろん、3 2 波と同程度の波数によっても高い治療効果が期待されるため、治療用超音波の波数は、厳密な 3 2 波に限らず 3 2 波と同程度の波数に設定されてもよい。3 2 波と同程度の波数とは、例えば 1 6 波 ~ 4 8 波、望ましくは 2 4 波 ~ 4 0 波などであるが、これらの例に限定されない。

40

【 0 0 1 3 】

50

また、上記装置によれば、治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査するため、治療用超音波の送信ビームを走査しない場合に比べて、治療効果が高まる。治療用超音波の送信ビームの走査態様としては、１ラインずつ送信ビームの角度や位置をずらす連続的な走査の他に、規則的に又は不規則的に複数ラインを跨いで送信ビームの角度や位置を変更する離散的な走査も含まれる。実験結果によれば、診断用超音波よりも波数の多い治療用超音波を照射した場合に、治療部位（例えば虚血組織）に改善が見られるが、正常部位（例えば正常組織）には有意な影響を与えない。したがって、治療部位と正常部位が治療領域内に混在する場合においても、治療領域の全域に亘って治療用超音波を送波して、正常部位への影響を抑えつつ、治療領域の全域に亘って治療部位を治療できる。つまり、治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査することにより、走査しない場合に比べて、広域的な治療が可能になり治療領域全体としての治療効果が高まる。

10

【００１４】

望ましい具体例において、一例として前記送信部は、波数が３２波の治療用超音波を送波するようにプローブを制御する、ことを特徴とする。

【００１５】

望ましい具体例において、前記超音波治療装置は、診断用超音波を利用する診断モードと治療用超音波を利用する治療モードとを備え、治療モードにおいて、前記送信部は、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、前記受信部は、治療用超音波の送信ビームに対応した受信ビームに沿って治療領域内から治療用超音波の受信信号を取得し、前記画像形成部は、治療用超音波の受信信号に基づいて治療領域の超音波画像を形成する、ことを特徴とする。

20

【００１６】

望ましい具体例において、前記超音波治療装置は、診断用超音波を利用する診断モードと治療用超音波を利用する治療モードとを備え、治療モードにおいて、前記送信部は、治療用超音波の放射圧が周期的に変動するように、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、変動する放射圧で治療部位を揺動させる、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１７】

本発明により、従来よりも治療効果の高い超音波治療装置が提供される。例えば、本発明の好適な態様によれば、診断用超音波よりも波数の多い治療用超音波を利用するため、診断用超音波と同程度の波数の治療用超音波を利用する場合に比べて治療効果が高まる。また、例えば、本発明の好適な態様によれば、治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査するため、治療用超音波の送信ビームを走査しない場合に比べて治療効果が高まる。

30

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明の実施において好適な超音波治療装置の全体構成を示す図である。

【図２】診断用超音波と治療用超音波の具体例を示す図である。

【図３】血管新生因子の発現に係る実験結果を示す図である。

【図４】治療用超音波が組織へ与える影響に関する実験結果を示す図である。

【図５】毛細血管密度に係る実験結果を示す図である。

40

【図６】治療用超音波の走査の具体例を示す図である。

【図７】図１の超音波治療装置の動作例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

図１は、本発明の実施において好適な超音波治療装置１００の全体構成図である。超音波治療装置１００は、例えば虚血組織の治療に適しており、好適な治療対象の一例は心臓である。もちろん、超音波治療装置１００の治療対象は心臓に限定されず、例えば血管や心臓以外の臓器等が治療対象とされてもよい。超音波治療装置１００は、診断用超音波と治療用超音波を利用する。

【００２０】

50

プローブ１０は、診断用超音波と治療用超音波を送受する図示しない複数の振動素子を備えている。複数の振動素子は、例えば、コンベックス走査型やセクタ走査型やリニア走査型、二次元画像（断層画像）用や三次元画像用等に応じた素子配列のいずれでもよい。なお、プローブ１０が備える複数の振動素子は、各々が診断用超音波と治療用超音波の両方を送受できることが望ましいものの、診断用超音波を送受する振動素子と治療用超音波を送受する振動素子を別々に設けてもよい。

【００２１】

送信部１２は、プローブ１０が備える複数の振動素子に送信信号を出力してプローブ１０を制御する。送信部１２は、プローブ１０を制御することにより、診断用超音波の送信ビームを診断領域内で走査する。また、送信部１２は、プローブ１０を制御することにより、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査する。つまり、送信部１２は、送信ビームフォーマの機能を備えている。送信部１２による具体的な走査処理については後に詳述する。

10

【００２２】

受信部１４は、プローブ１０が備える複数の振動素子から得られる複数の受波信号を相加算処理するなどして受信ビームを形成し、受信ビームに沿って受信信号を得る。つまり、受信部１４は、受信ビームフォーマの機能を備えている。受信部１４は、診断用超音波の送信ビームに対応した受信ビームを形成して診断領域内から診断用超音波の受信信号を得る。また、受信部１４は、治療用超音波の送信ビームに対応した受信ビームを形成して治療領域内から治療用超音波の受信信号を得る。

20

【００２３】

画像形成部２０は、診断用超音波の受信信号に基づいて診断領域の超音波画像を形成する。また、画像形成部２０は、治療用超音波の受信信号に基づいて治療領域の超音波画像を形成する。超音波画像の好適な具体例は、公知のＢモード画像の形成処理により得られるＢモード画像である。なお、画像形成部２０は、超音波画像として、３次元の超音波画像やカラードブラ画像などを形成してもよい。画像形成部２０において形成された超音波画像は、表示部３０に表示される。

【００２４】

制御部４０は、超音波治療装置１００内を集中的に制御する。操作デバイス５０は、ユーザから操作を受け付けるデバイスであり、操作デバイス５０がユーザから受け付けた指示は、制御部４０へ送られて超音波治療装置１００内の制御に反映される。

30

【００２５】

なお、送信部１２と受信部１４と画像形成部２０は、それぞれ、例えばプロセッサや電子回路等のハードウェアを利用して実現される。また、表示部３０の好適な具体例は例えば液晶ディスプレイ等である。また、操作デバイス５０は、例えば、マウス、トラックボール、キーボード、タッチパネル、その他のスイッチ類などのうちの少なくとも一部で構成される。そして、制御部４０は、例えば、演算機能を備えたＣＰＵ等のハードウェアにより構成され、ハードウェアとその動作を規定するソフトウェア（プログラム）との協働により、制御部４０の機能が実現される。

【００２６】

超音波治療装置１００の全体構成は以上のとおりである。次に、超音波治療装置１００により実現される機能等について詳述する。なお、図１に示した構成（部分）については以下の説明において図１の符号を利用する。

40

【００２７】

図２は、診断用超音波と治療用超音波の具体例を示す図である。図２には、図１の超音波治療装置１００において送波される診断用超音波と治療用超音波の波形が図示されている。

【００２８】

診断用超音波は、例えば、従来から知られている一般的な超音波診断装置の診断に利用される超音波と比較して、波数や照射強度が同程度である。一般的な超音波診断装置にお

50

いて診断に利用される超音波は、通常１波から２波程度である。そのため、図１の超音波治療装置１００において、診断用超音波の波数は、例えば１波から２波程度である。図２<Ａ>には、診断用超音波の具体例として、波数１（１波）の波形が図示されている。なお、診断用超音波として、例えば２波から６波程度の波形が利用されてもよい。

【００２９】

一方、治療用超音波は、診断用超音波よりも波数が多いロングバースト波である。治療用超音波の波数は、例えば６波程度以上であることが望ましく、具体的には、例えば１６波、３２波、４８波、６４波などから選択される。図２<Ｂ>には、治療用超音波の具体例として、波数１６（１６波）の波形が図示されており、図２<Ｃ>には、治療用超音波の具体例として、波数３２（３２波）の波形が図示されており、図２<Ｄ>には、治療用超音波の具体例として、波数６４（６４波）の波形が図示されている。

10

【００３０】

図３は、血管新生因子の発現に係る実験結果を示す図である。図３には、治療用超音波の波数を１波（１Ｃｙｃｌｅ）、１６波（１６Ｃｙｃｌｅ）、３２波（３２Ｃｙｃｌｅ）、４８波（４８Ｃｙｃｌｅ）、６４波（６４Ｃｙｃｌｅ）とした場合における血管新生因子（ＶＥＧＦ）の発現（縦軸）が図示されており、３２波における発現が最も高い。つまり、この実験結果によれば、治療用超音波の波数が３２波の場合に、虚血組織の治療効果が最も高い。そこで、図１の超音波治療装置１００においては、例えば波数が３２波の治療用超音波が利用される。

【００３１】

図４は、治療用超音波が組織へ与える影響に関する実験結果を示す図である。図４<Ａ>は、血管新生因子（ＶＥＧＦ）の発現に係る実験結果を、図４<Ｂ>は、内皮型一酸化窒素合成酵素（ｅＮＯＳ）の発現に係る実験結果を、図４<Ｃ>は、塩基性線維芽細胞増殖因子（ｂＦＧＦ）の発現に係る実験結果を示している。図４<Ａ>～<Ｃ>には、虚血組織と正常組織のそれぞれについて、治療用超音波を送波した場合における各因子の発現量が示されている。

20

【００３２】

図４に示すように、治療用超音波を送波することにより、<Ａ>～<Ｃ>の全ての因子において、虚血組織については発現が促されているものの、正常組織については発現が抑えられている。つまり、治療用超音波により、正常組織に対する影響を抑えつつ、虚血組織に対して治療の効果が現れている。

30

【００３３】

図５は、毛細血管密度に係る実験結果を示す図である。図５には、虚血組織と正常組織のそれぞれについて、治療用超音波を送波した場合の毛細血管密度が示されている。図５に示すように、治療用超音波を送波することにより、虚血組織については毛細血管密度が高くなるものの、正常組織については毛細血管密度の増加が抑えられている。つまり、治療用超音波により、毛細血管密度が虚血部位だけで亢進している。

【００３４】

そこで、図１の超音波治療装置１００は、治療部位（虚血組織）と正常部位（正常組織）が治療領域内に混在する場合においても、治療領域の全域に亘って治療用超音波の送信ビームを走査して、正常部位への影響を抑えつつ、治療領域の全域に亘って治療部位を治療する。

40

【００３５】

図６は、治療用超音波の走査の具体例を示す図である。図６は、心臓の心筋における虚血組織を治療する場合の具体例を示しており、図６には、表示部３０に表示される表示画像３２が図示されている。表示画像３２は、心臓を含む診断領域の超音波画像、つまり心臓短軸のＢモード画像（短軸像）を含んでいる。

【００３６】

心臓短軸のＢモード画像は、診断用超音波を介して、公知のＢモード画像の形成処理によって形成される。つまり、送信部１２が診断用超音波の送信ビームを診断領域内で走査

50

し、受信部 14 がその送信ビームに対応した受信ビームに沿って診断領域内から受信信号を収集し、その受信信号に基づいて、画像形成部 20 が診断領域の B モード画像を形成する。

【0037】

診断領域の B モード画像が形成されると、治療部位である心筋の虚血組織を含むように治療領域が設定される。例えば、図 6 に示すように、診断領域内において、右側境界ラインの角度 θ_1 と左側境界ラインの角度 θ_2 が設定され、設定された右側境界ラインと左側境界ラインの間の領域が治療領域となる。超音波治療装置 100 のユーザ（医師等の治療者）は、心臓の短軸像を映し出した表示画像 32 を見ながら、トラックボール等の操作デバイス 50 を操作して、治療対象である虚血組織が含まれるように、右側境界ラインの角度 θ_1 と左側境界ラインの角度 θ_2 を調整し、診断領域内に治療領域を設定する。

10

【0038】

治療領域が設定されると、送信部 12 が治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査して、虚血組織の治療が行われる。送信部 12 は、例えば、図 6 に示すように、治療用超音波の送信ビームを、右側境界ラインに対応するライン 1 からライン 2, 3, 4, ... の順に左側境界ラインに対応するライン n まで走査する。なお、送信部 12 は、1 ラインずつ送信ビームのラインをずらす走査に代えて、規則的に又は不規則的に複数ラインを跨いで送信ビームのラインをずらす走査を行ってもよい。

【0039】

治療用超音波の送信ビームの焦点（フォーカスの深さ）は、虚血組織が存在する深さに設定されることが望ましい。例えば、ユーザが表示画像 32 を見ながら、操作デバイス 50 を操作して、治療用超音波のフォーカス深さを設定する。なお、治療領域の治療レンジ（治療用超音波のパルス繰り返し周期）は、診断領域の診断レンジ（診断用超音波のパルス繰り返し周期）と同じであってもよいし、例えば、治療用超音波のフォーカス深さに応じて、治療領域の治療レンジが調整されてもよい。

20

【0040】

また、組織に対して超音波を送波した際に発生する超音波の放射力により、組織が変位することが知られている。そこで、送信部 12 は、治療用超音波の放射圧が周期的に変動するように、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、変動する放射圧で治療部位を揺動させる。治療部位を揺動させつつ治療用超音波が送波されることにより、治療効果がさらに増大する。

30

【0041】

組織が振動する範囲は、超音波の繰り返し周波数と横波の速度によって決定される。生体内の横波の速度は、 $1 \sim 10 \text{ m/s}$ 程度であるので、例えば、横波の速度が 1 m/s の組織であれば、 100 Hz の周期で超音波を繰り返し送波すると、超音波のフォーカス点付近の 10 mm 程度の長さの範囲がより効果的に振動する。治療したい組織の大きさと横波の速度に応じて治療用超音波の繰り返し周波数を決定することにより、放射力による機械的な振動による効果を加えた治療効果が期待できる。

【0042】

図 6 には、放射力による振動に好適な治療用超音波の送信シーケンスの具体例が図示されている。図 6 に示す具体例では、治療用超音波の送信ビームがライン 1 からライン 2, 3, 4, ... の順にライン n まで走査される。隣接するビーム間のパルス繰り返し周波数（PRF）を 10 kHz とし、ビーム本数 n を 100 本とすると、同一の組織箇所に治療用超音波が照射される周期は 100 Hz となり、その組織箇所を効果的に振動させることができる。なお、治療用超音波に代えて、放射力を発生させる放射用超音波により、治療部位を振動させてもよい。

40

【0043】

図 7 は、図 1 の超音波治療装置による治療例を示すフローチャートである。まず、治療用超音波を利用した治療モードの前に診断用超音波を利用した診断モードが実行される。つまり、診断用超音波の送受が開始され（S601）、治療部位を含む被検体に関する診

50

断領域の超音波画像が表示される（Ｓ６０２）。

【００４４】

超音波治療装置１００のユーザ（医師等の治療者）は、表示部３０に表示される超音波画像（例えば、図６に示す心臓の短軸像）を見ながら、必要に応じてプローブ１０を手で動かして、被検体内の治療部位を探索する（Ｓ６０３）。治療部位が探索されると、ユーザは、超音波画像内に映し出される治療部位が含まれるように、操作デバイス５０を操作して治療領域（一例であるが、図６に示す角度 $\theta 1$ と角度 $\theta 2$ ）を設定する（Ｓ６０４）。なお、超音波画像が三次元画像であれば、例えば、任意の二次元平面内において二次元の治療領域（角度 $\theta 1$ と角度 $\theta 2$ ）を設定し、さらに、当該二次元平面に交差する（例えば直交する）二次元平面内において二次元の治療領域（角度 $\theta 3$ と角度 $\theta 4$ ）を設定し、これら２つの二次元治療領域に基づいて三次元の立体的な治療領域が設定されてもよい。もちろん、三次元の治療領域を設定する手法は上記具体例に限定されない。さらに、ユーザは、治療部位に対して効果的に治療用超音波が送波されるように、治療用超音波の送信ビームに関するフォーカス深さを設定し、治療用超音波が送波される治療領域の治療レンジを設定する（Ｓ６０５）。

10

【００４５】

治療に係る設定が終了すると、超音波治療装置１００が診断モードから治療モードに切り替えられ（Ｓ６０６）、治療用超音波の送波が開始され、治療用超音波の送信ビームが治療領域内において走査され（Ｓ６０７）、治療用超音波による治療が行われる。なお、治療部位の探索（Ｓ６０３）が行われた後から、治療用超音波の送波が開始（Ｓ６０７）される前の、いずれかのタイミングにおいて、プローブ１０を治具などにより固定することが望ましい。

20

【００４６】

さらに、治療用超音波の送信ビームが治療領域内において走査されて治療が行われている間に、受信部１４は、治療用超音波の送信ビームに対応した受信ビームを形成して治療領域内から治療用超音波の受信信号を得る。そして、画像形成部２０は、治療用超音波の受信信号に基づいて治療領域の超音波画像（例えばＢモード画像）を形成し、形成された超音波画像が表示部３０に表示される（Ｓ６０８）。これにより、ユーザは、治療領域の超音波画像から、治療状況を確認することができる。ユーザは、例えば治療用超音波が治療領域に送波されているかどうかを確認することができる。

30

【００４７】

こうして、Ｓ６０４において設定された治療領域に対して、例えば２０分程度の治療が行われると、治療用超音波の送波が終了し（Ｓ６０９）、その治療領域に関する治療が終了する。なお、被検体内に複数の治療領域を設定する必要がある場合は、例えば各治療領域ごとに図７のフローチャートが実行される。

【００４８】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

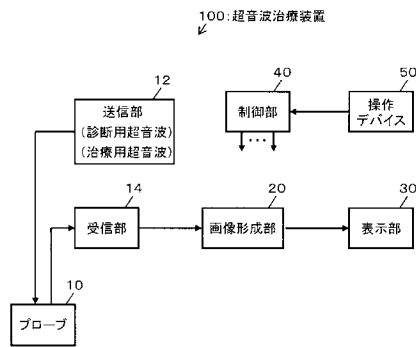
【符号の説明】

40

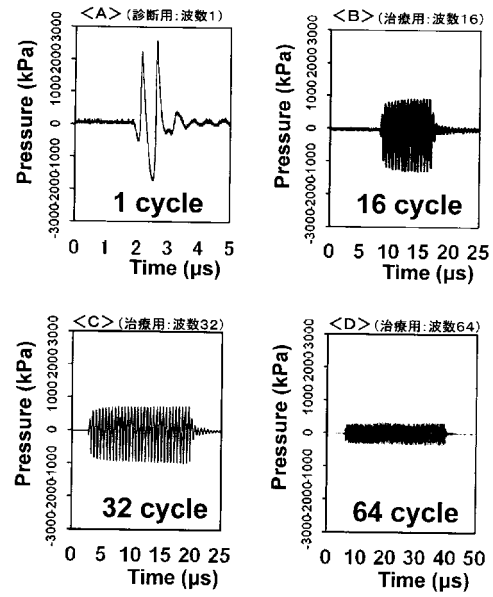
【００４９】

１０ プローブ、１２ 送信部、１４ 受信部、２０ 画像形成部、３０ 表示部、４０ 制御部、５０ 操作デバイス、１００ 超音波治療装置。

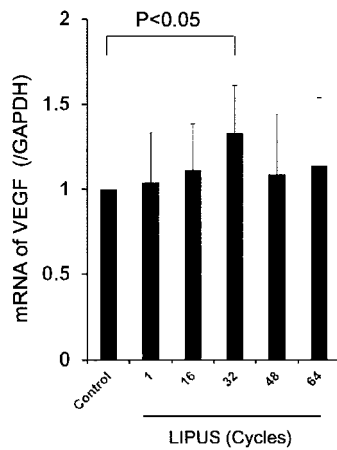
【図 1】



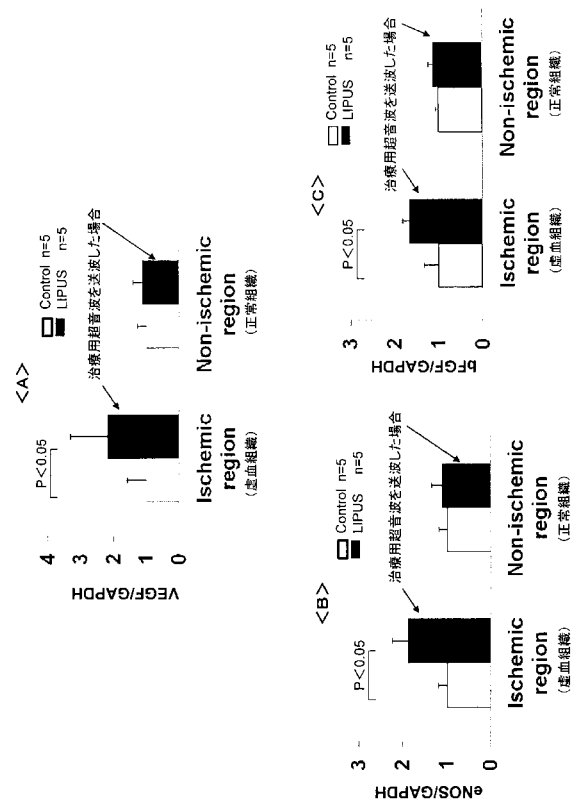
【図 2】



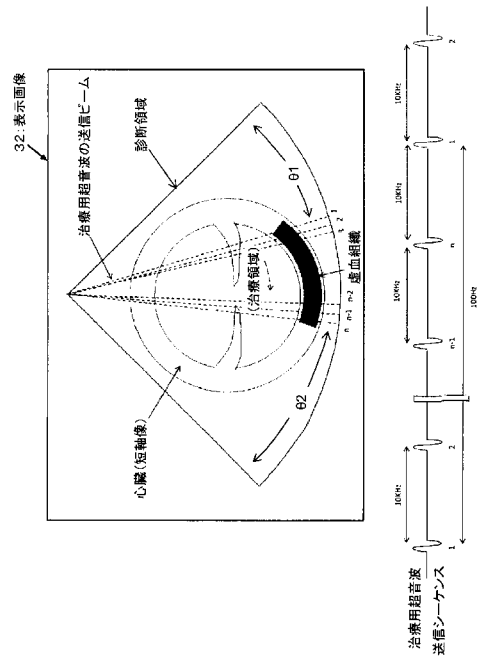
【図 3】



【図 4】



【 図 6 】



```

graph TD
    Start([開始]) --> S601[S601 診断用超音波の送受開始]
    S601 --> S602[S602 診断領域の画像表示]
    S602 --> S603[S603 治療部位の探索]
    S603 --> S604[S604 治療領域の設定  
(B1, B2)]
    S604 --> S605[S605 治療用送信ビームの設定  
(フォーカス深さ、治療レンジ)]
    S605 --> S606[S606 モードの切り替え]
    S606 --> S607[S607 治療用超音波の送波開始]
    S607 --> S608[S608 治療領域の画像表示]
    S608 --> S609[S609 治療用超音波の送波終了]
    S609 --> End([終了])
  
```

開始

(S601) 診断用超音波の送受開始

(S602) 診断領域の画像表示

(S603) 治療部位の探索

(S604) 治療領域の設定
(B1, B2)

(S605) 治療用送信ビームの設定
(フォーカス深さ、治療レンジ)

(S606) モードの切り替え

(S607) 治療用超音波の送波開始

(S608) 治療領域の画像表示

(S609) 治療用超音波の送波終了

終了

診断モード

治療モード

【手続補正書】

【提出日】平成27年9月10日(2015.9.10)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受するプローブと、
プローブを制御して診断用超音波の送信ビームを診断領域内で走査する送信部と、
診断用超音波の送信ビームに対応した受信ビームに沿って診断用超音波の受信信号を得る受信部と、
診断用超音波の受信信号に基づいて診断領域の超音波画像を形成する画像形成部と、
を有し、
前記送信部は、プローブを制御することにより、治療用超音波の送信ビームを形成し、
診断領域内に設定される治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、診断用超音波よりも波数の多い治療用超音波の送信ビームを形成し、診断領域内に設定される治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、波数が 6 波～64 波の治療用超音波を送波するようにプローブを制御する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、波数が 32 波の治療用超音波を送波するようにプローブを制御する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、虚血組織を含む治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、虚血組織を含む治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、治療用超音波の送信ビームの焦点を虚血組織の深さに設定する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の超音波治療装置において、
前記送信部は、治療用超音波の送信ビームの焦点を虚血組織の深さに設定する、
ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、

診断用超音波を利用する診断モードと治療用超音波を利用する治療モードとを備え、
治療モードにおいて、

前記送信部は、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、

前記受信部は、治療用超音波の送信ビームに対応した受信ビームに沿って治療領域内から治療用超音波の受信信号を取得し、

前記画像形成部は、治療用超音波の受信信号に基づいて治療領域の超音波画像を形成する、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の超音波治療装置において、

前記送信部は、治療モードにおいて、虚血組織を含む治療領域内で治療用超音波の送信ビームを走査する、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の超音波治療装置において、

前記送信部は、治療モードにおいて、治療用超音波の送信ビームの焦点を虚血組織の深さに設定する、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の超音波治療装置において、

診断用超音波を利用する診断モードと治療用超音波を利用する治療モードとを備え、
治療モードにおいて、

前記送信部は、治療用超音波の放射圧が周期的に変動するように、治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、変動する放射圧で治療部位を揺動させる、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の超音波治療装置において、

前記送信部は、治療モードにおいて、治療用超音波の放射圧が周期的に変動するように治療用超音波の送信ビームを治療領域内で走査し、変動する放射圧で治療部位である虚血組織を揺動させる、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【請求項 14】

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の超音波治療装置において、

治療対象となる組織の大きさと当該組織の横波の速度に応じた繰り返し周波数で前記治療用超音波を送波する、

ことを特徴とする超音波治療装置。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2014/080365
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B18/00(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B18/00, A61B8/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2012/077219 A1 (Hitachi Aloka Medical, Ltd.), 14 June 2012 (14.06.2012), paragraphs [0021] to [0034], [0041]; fig. 1, 4 & US 2013/0261508 A1 & EP 2649953 A1	1-8 9-13
Y A	JP 2013-55984 A (Hitachi Aloka Medical, Ltd.), 28 March 2013 (28.03.2013), paragraphs [0029] to [0035]; fig. 1 (Family: none)	9-13 1-8
A	JP 7-231893 A (Toshiba Corp.), 05 September 1995 (05.09.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 January 2015 (28.01.15)		Date of mailing of the international search report 10 February 2015 (10.02.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080365

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/0241522 A1 (CHANDRARATNA, Premindra Anthony), 26 October 2006 (26.10.2006), entire text; all drawings & WO 2004/112889 A2	1-13

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 8 0 3 6 5	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A61B18/00(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A61B18/00, A61B8/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y	WO 2012/077219 A1（日立アロカメディカル株式会社）2012.06.14, [0021]-[0034], [0041], 第1, 4図 & US 2013/0261508 A1 & EP 2649953 A1	1-8 9-13	
Y A	JP 2013-55984 A（日立アロカメディカル株式会社）2013.03.28, 【0029】-【0035】，第1図（ファミリーなし）	9-13 1-8	
A	JP 7-231893 A（株式会社東芝）1995.09.05, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-13	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 28.01.2015		国際調査報告の発送日 10.02.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 佐藤 智弥 電話番号 03-3581-1101 内線 3386	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 8 0 3 6 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2006/0241522 A1 (CHANDRARATNA, Premindra Anthony) 2006.10.26, 全文, 全図 & WO 2004/112889 A2	1-13

フロントページの続き

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

(72)発明者 下川 宏明

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 金井 浩

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

Fターム(参考) 4C601 BB06 DD15 EE09 EE16 FF12 FF16 GB03 KK12

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波治疗装置		
公开(公告)号	JPWO2015072566A1	公开(公告)日	2017-03-16
申请号	JP2015547815	申请日	2014-11-17
[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 国立大学法人东北大学		
[标]发明人	関佳徳 射谷和徳 下川宏明 金井浩		
发明人	関 佳徳 射谷 和徳 下川 宏明 金井 浩		
IPC分类号	A61N7/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/0883 A61B8/5207 A61B8/54 A61B2017/22005 A61N7/00 A61N7/02 A61N2007/0052 A61N2007/0073 A61N2007/0082 A61N2007/0004		
FI分类号	A61N7/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/DD15 4C601/EE09 4C601/EE16 4C601/FF12 4C601/FF16 4C601/GB03 4C601/KK12		
优先权	2013237707 2013-11-18 JP		
其他公开文献	JP6653172B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

探头10发射和接收诊断超声和治疗超声。传输单元12控制探头10以形成波数大于诊断超声波的治疗超声波的传输波束，并且在诊断区域中设置的治疗区域内传输治疗超声波。扫描光束。因为使用波数大于诊断超声波的治疗超声波，与使用具有类似于诊断超声波的波数的治疗超声波相比，治疗区域内的治疗效果得到增强。由于扫描治疗超声波的发射光束，与不扫描治疗超声波的发射光束的情况相比，治疗效果得到增强。

