

(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2014-151123

(P2014-151123A)

(43) 公開日 平成26年8月25日(2014.8.25)

(51) Int.Cl.		F 1	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	4 C 1 6 0
A 6 1 B 17/58	(2006.01)	A 6 1 B 17/58	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/00	(2006.01)	A 6 1 B 8/00	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-25911 (P2013-25911)
 (22) 出願日 平成25年2月13日 (2013.2.13)

(71) 出願人 000228866
 日本シグマックス株式会社
 東京都新宿区西新宿六丁目8番1号
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
 (72) 発明者 新実 信夫
 東京都新宿区西新宿六丁目8番1号 日本シグマックス株式会社内
 Fターム(参考) 4C160 LL38 LL39
 4C601 BB06 BB21 BB23 DD10 EE09
 FF16 GA01 GB03 HH31

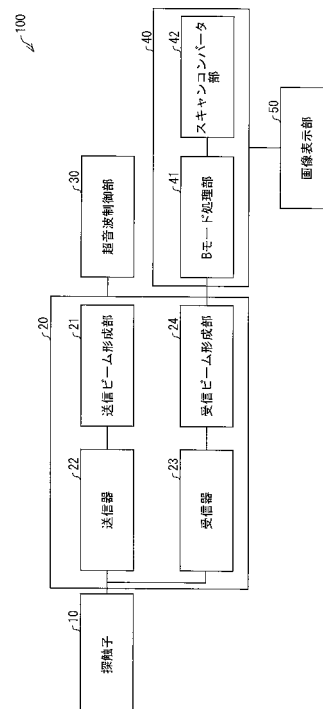
(54) 【発明の名称】 超音波骨折治療装置

(57) 【要約】

【課題】より確実に骨折部位に超音波を照射することが可能な超音波骨折治療装置を提供する。

【解決手段】超音波骨折治療装置100は、探触子10と、超音波制御部30とを備えている。超音波制御部30は、骨折部位を治療するとき、及び、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成するときの両方において、探触子10から超音波を発振させる

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を照射して骨折部位を治療する超音波骨折治療装置であって、
 超音波を発振する探触子と、
 上記探触子からの超音波の発振を制御する制御手段とを備え、
 上記制御手段は、骨折部位を治療するとき、及び、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成するときの両方において、上記探触子から超音波を発振させることを特徴とする超音波骨折治療装置。

【請求項 2】

上記探触子から発振されて骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成する画像形成手段と、

上記画像形成手段が形成した画像を表示する画像表示手段と
 をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波骨折治療装置。

【請求項 3】

上記制御手段は、上記画像形成手段が形成した画像に基づいて同定された骨折部位に超音波が照射されるように、上記探触子からの超音波の照射角度を調節することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波骨折治療装置。

【請求項 4】

上記制御手段は、上記探触子から発振されて骨折部位において反射した超音波に基づいて形成された画像から、超音波の減衰量を算出し、算出した減衰量に基づいて骨折部位を治療するとき上記探触子から発振させる超音波の出力を制御することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波骨折治療装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波骨折治療装置に関する。

【背景技術】

【0002】

骨折部位に超音波を照射して骨折治療する超音波骨折治療装置が知られている。このような超音波骨折治療装置においては、非特許文献 1 に記載されているように、超音波の照射位置及び方向が治療効果に影響することが知られている。そのため、治療部位（骨折部位）を同定する手段を備えた超音波骨折治療装置の開発が求められている。特許文献 1 には、対象において反射した超音波の強度に基づいて治療部位を同定し、超音波を発振するプローブの角度を調整する手段を備えた超音波骨折治療装置が記載されている。

【0003】

従来、超音波を利用して疾患や治療部位等を特定する超音波診断装置が一般に利用されている。このような超音波診断装置として、非特許文献 2 に示すように、対象において反射した超音波を受信して超音波画像を形成する装置が知られている。また、アレイ型探触子を用いたリニア電子走査及びセクタ電子走査を用いた技術が広く応用されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 119238 号公報（2008 年 5 月 29 日公開）

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】骨折，第 27 巻，No. 1，p. 21 - 26，2005

【非特許文献 2】医用超音波機器ハンドブック（コロナ社），p. 93 - 95，p. 102 - 109

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

超音波骨折治療方法においては、例えば、1日1回、20分間、微弱な超音波を治療部位に照射することによって、骨折部位の治癒を促進する方法が広く利用されている。この治療に使用する微弱な超音波として、超音波出力 30 mW/cm^2 、繰り返し周波数 1 kHz 、パルス持続時間 200 マイクロ秒 の超音波が標準的に用いられている。

【0007】

このような超音波骨折治療方法においては、非特許文献1に示すように、治療部位に超音波が確実に照射された場合に、高い治療効果が得られる。しかしながら、従来の超音波骨折治療装置を用いた骨折治療においては、X線等で骨折位置を確認して皮膚上にマーキングし、単一の振動子（30程度）を搭載したプローブ（探触子）をマーキング箇所に取り付けて治療を行っている。そして、このような従来の超音波骨折治療装置においては、治療部位に超音波が照射されているか判定できないため、確実に治療が行えているのか不明である。また、従来の超音波骨折治療装置においては、体表面から治療部位までの距離を測定することができないため、超音波強度を適切に補正することができない。

10

【0008】

一方、特許文献1に記載の超音波骨折治療装置においては、対象において反射した受信信号の強度に基づいて骨折部位を同定しているが、受信信号の強度は各種条件（プローブと患者との接触状態、軟部組織における超音波の減衰、超音波エコーの反射条件等）により異なるものである。特に、骨からの反射エコーは強度が強いため、反射位置が少し異なるだけで反射エコーが大きく異なる。したがって、受信信号の強度に基づいて、安定的かつ一義的に治療部位を特定することは困難であり、このような技術を実用化することは困難である。

20

【0009】

非特許文献2に記載の超音波診断装置により作成した超音波画像により治療部位を同定することも可能であるが、一般に、超音波診断装置は本体が大きく且つ高価である。また、骨からの反射エコーは各種軟部組織からの反射エコーと比較して、数十dB程度強いため、主に軟部組織の描出を目的とした従来の超音波診断装置を用いて骨折部位の画像を形成すると、骨折部位の最適な画像が得られない。

【0010】

また、超音波診断装置のプローブは、通常、体表面をスキャンするように作製されており、皮膚上に固定して使用することが困難である。骨折部位の超音波による治療は、プローブを皮膚上に固定した状態で超音波を照射するので、超音波診断装置のプローブを骨折部位の治療に用いることができない。また、このような超音波診断装置のプローブを皮膚上に固定できたとしても、固定後に治療部位がプローブの直下でないことが判明した場合、固定位置を変更する必要があるが、固定位置の変更も困難である。さらに、骨折部位の治療のための超音波の周波数は通常 1.5 MHz であるが、超音波画像形成のための超音波の周波数は通常 3.5 MHz 以上を使用するので異なる。したがって、骨折部位の同定のための超音波診断装置とは別に、骨折部位の治療のための超音波治療装置が必要になる。

30

40

【0011】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、骨折部位に確実に超音波を照射することが可能な超音波骨折治療装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の課題を解決するために、本発明に係る超音波骨折治療装置は、超音波を照射して骨折部位を治療する超音波骨折治療装置であって、超音波を発振する探触子と、上記探触子からの超音波の発振を制御する制御手段とを備え、上記制御手段は、骨折部位を治療するとき、及び、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成するときの両方において、上記探触子から超音波を発振させることを特徴としている。

50

【 0 0 1 3 】

上記の構成によれば、超音波骨折治療装置において、制御手段は、骨折部位を治療するための超音波と、骨折部位を表す画像を形成するための超音波との両方を同一の探触子から発振させる。したがって、超音波による骨折部位の治療の前に、探触子から超音波を発振させて骨折部位の超音波画像を形成し、形成した画像に基づいて治療部位を同定することができる。そして、同定した治療部位に確実に超音波が照射されるように探触子から超音波を発振させることができる。これにより、骨折部位に確実に超音波を照射し、骨折治療を促進することができる。

【 0 0 1 4 】

従来の超音波診断装置を使用して、骨折部位を同定した後に、同定した骨折部位に従来の超音波骨折治療装置を用いて超音波を照射する場合、装置が2つ必要である上に、超音波を照射する探触子が超音波診断装置のものと超音波骨折治療装置のものとで異なるため、超音波診断装置により同定した骨折位置に、超音波骨折治療装置からの超音波が実際に照射されているか確実ではない。本発明に係る超音波骨折治療装置によれば、骨折位置を同定するための超音波と、骨折を治療するための超音波とを、同一の探触子から照射するため、同定した骨折位置により確実に超音波を照射することができる。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る超音波骨折治療装置によれば、治療時に毎回確実に骨折部位に超音波を照射することが可能であるため、超音波照射による骨折治療成績のエビデンスを確立することができる。さらに、骨折位置の確認のためにX線照射する必要がなく、患者の被爆がない。また、患者に適切に指導することによって、毎日家庭での治療時に患者自身が適切な治療位置を確認し、探触子を固定することができる。

20

【 0 0 1 6 】

さらに、本発明に係る超音波治療装置によれば、骨折部位の治療用の探触子と、骨折部位の画像形成用の探触子とが同一であるため、汎用の超音波診断装置と比較して小型化できると共に、安価に製造することが可能である。このように、本発明に係る超音波骨折治療装置は、汎用の超音波骨折治療装置と比較して小型であるため、病院内での使用のみならず、患者の自宅等に持ち帰って使用するにも適している。

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る超音波骨折治療装置は、上記探触子から発振されて骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成する画像形成手段と、上記画像形成手段が形成した画像を表示する画像表示手段とをさらに備えていることが好ましい。

30

【 0 0 1 8 】

上記の構成によれば、画像形成手段が、探触子から発振されて骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成し、画像形成手段が形成した骨折部位を表す画像が画像表示手段に表示される。これにより、画像形成手段が作成し画像表示手段に表示された骨折部位を表す画像に基づいて、治療対象となる骨折部位を確実に同定することができる。したがって、患者自身が画像を確認して骨折部位を同定することも可能であるし、同定した骨折部位に確実に超音波が照射されるように、探触子の固定位置を変更することも可能である。そして、同定した骨折部位に探触子から発振された超音波を照射することによって、骨折治療をより促進することができる。

40

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係る超音波骨折治療装置において、上記制御手段は、上記画像形成手段が形成した画像に基づいて同定された骨折部位に超音波が照射されるように、上記探触子からの超音波の照射角度を調節することが好ましい。

【 0 0 2 0 】

上記の構成によれば、制御手段は、骨折部位を表す画像に基づいて骨折部位を同定し、同定した骨折部位に確実に超音波が照射されるように、探触子からの超音波の照射角度を調節する。これにより、骨折部位により確実に超音波が照射されるため、骨折治療をより促進することができる。

50

【 0 0 2 1 】

また、本発明に係る超音波骨折治療装置において、上記制御手段は、上記探触子から発振されて骨折部位において反射した超音波に基づいて形成された画像から、超音波の減衰量を算出し、算出した減衰量に基づいて骨折部位を治療するとき上記探触子から発振させる超音波の出力を制御することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

上記の構成によれば、制御手段は、探触子から発振されて骨折部位に照射される超音波の減衰量を、上記探触子から発振されて骨折部位において反射した超音波に基づいて形成された画像から算出する。そして、算出した減衰量に基づいて、骨折治療時に探触子から発振させる超音波の出力を制御する。例えば、制御手段は、減衰量を補うように、探触子からの超音波出力を増大させる。これにより、骨折部位に、より治療に適した超音波を照射することができるので、骨折治癒をより促進することができる。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明に係る超音波骨折治療装置は、骨折部位を治療するとき、及び、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成するときの両方において、同一の探触子から超音波を発振させるので、形成した画像に基づいて骨折部位を同定することが可能であり、より確実に骨折部位に超音波を照射することが可能な超音波骨折治療装置を提供することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る超音波骨折治療装置の概略を示すブロック図である。

【 図 2 】 探触子の外観を模式的に示す、斜視図 (a)、上面図 (b)、及び、側面図 (c) である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 5 】

〔 超音波骨折治療装置 〕

本発明に係る超音波骨折治療装置は、超音波を照射して骨折部位を治療する超音波骨折治療装置である。超音波骨折治療装置の一実施形態について、図 1 を参照して説明する。図 1 は、本発明の一実施形態に係る超音波骨折治療装置の概略を示すブロック図である。図 1 に示すように、超音波骨折治療装置 100 は、超音波を発振する探触子 10 と、上記探触子からの超音波の発振を制御する超音波制御部 (制御手段) 30 とを備えている。

30

【 0 0 2 6 】

超音波骨折治療装置 100 は、超音波送受信部 20、画像形成部 (画像形成手段) 40、及び、画像表示部 (画像表示手段) 50 をさらに備えている。なお、画像形成部 40 及び画像表示部 50 は、スマートフォン等の携帯端末又はコンピュータに設けられ、超音波骨折治療装置 100 に、USB 接続及び LAN 接続等の有線接続、又はワイヤレス接続 (Wi Fi、UWB 等) されていてもよい。

【 0 0 2 7 】

(探触子 10)

探触子 10 は、超音波送受信部 20 から送信された超音波信号に基づいて超音波を発振する。探触子 10 から発振された超音波は、骨折部位に照射される。また、探触子 10 は、骨折部位において反射した超音波を受信して、超音波送受信部 20 に送信する。探触子 10 は、骨折部位の画像を形成するための超音波と、骨折部位を治療するための超音波との両方を発振する。すなわち、探触子 10 は、画像形成用と骨折部位の治療用との両方の探触子として機能する。このように、骨折部位の治療用の探触子と、骨折部位の画像形成用の探触子とが同一である。すなわち、既存の超音波診断装置と既存の超音波骨折治療装置とをそれぞれ用意する必要がなく、治療及び画像形成に必要な装置の小型化及び低コスト化を実現することができる。その結果、病院内での使用のみならず、患者の自宅等に持ち帰って使用するにも適している。

40

50

【0028】

探触子10は、アレイ型探触子である。ここで、一般に、空間分解能の高い画像を形成するためには、探触子10のアレイピッチを細かくする必要がある。しかしながら、アレイピッチを細かくすると、送信器22及び受信器23の数が増大すると共に、回路規模及び画像形成部40の規模が大きくなり、コストが掛かる。

【0029】

そこで、超音波骨折治療装置100においては、参考文献（信学技報，US2010-86（2012-12），p.7-12）に記載された技術を用いることにより、少ない素子数で空間分解能の高い画像を形成することができる。これにより、コストの削減及び装置の小型化を実現することができる。また、骨において反射した超音波は、各軟部組織において反射した超音波よりも、数十dB程強いため、このような、アレイ型探触子を用いた画像形成技術は骨の輪郭を表す画像を形成するのに適している。

【0030】

探触子10としてアレイ型探触子を用いるため、後述する超音波送受信部20の送信ビーム形成部21、送信器22、受信器23及び受信ビーム形成部24は、それぞれ画像形成に必要な数が設けられている。骨折部位を表す画像を形成するために、超音波骨折治療装置100は、探触子10をリニア走査方式やセクタ走査方式により超音波の発振を電子的に制御する電子走査制御であることが好ましい。

【0031】

探触子10は、概ね骨折部位の直上の体表面に固定することが好ましいが、探触子10を骨折部位の直上に固定しない場合でも、セクタ電子走査により電氣的に、探触子10に対して角度をつけて超音波を照射してもよい。これにより、探触子10の固定位置を変更することなく骨折部位を治療することができる。

【0032】

探触子10は、超音波送受信部20、超音波制御部30及び画像形成部40が収容された本体部（図示せず）とは別のハウジング内に設けられていてもよいし、本体部と同一ハウジング内に設けられていてもよい。なお、探触子10と本体部とは、細いシールド線等によりケーブル接続されている。

【0033】

探触子10は、治療対象となる骨折部位近傍の皮膚上に固定して使用する。したがって、探触子10は、皮膚上に固定しやすい形状であることが好ましい。すなわち、探触子10は、25mm以上、35mm以下の辺からなる長方形の面を有し、厚さが、10mm以上、20mm以下の直方体形状であることが好ましい。また、探触子10は、直径約30mmの円形の面を有し、厚さが、10mm以上、20mm以下の円筒形状であってもよい。

【0034】

このように探触子10を形成することによって、25mm以上、35mm以下の辺からなる長方形の面又は直径約30mmの円形の面において治療箇所の皮膚表面に接触し、探触子10を治療箇所に容易に固定することができる。また、薄型の探触子10であるため、治療箇所に一定時間固定しても、患者の動作を妨げない。さらに、探触子10を小型化することによって、装置全体を小型化することができる。

【0035】

また、探触子10を、上述したように、一般的な超音波骨折治療装置の探触子と同程度の厚みにすることで、従来の超音波骨折治療装置において採用されている固定方法及び固定器具を利用することができる。すなわち、探触子10を用いて骨折治療及び画像形成の両方を行うことが可能である上に、探触子10を固定するための特殊な固定方法及び固定器具を必要としない。

【0036】

探触子10の形状の一実施形態について、図2を参照して説明する。図2は、探触子の外観を模式的に示す、斜視図（a）、上面図（b）、及び、側面図（c）である。図2中

10

20

30

40

50

(a) ~ (c) に示すように、探触子 200 は、直方体形状の筐体部 201 と、超音波骨折治療装置 100 との接続部 202 とを備えている。探触子 200 は、例えば、 $X = 35$ mm の辺と $Y = 30$ mm の辺とを含む長方形の面を有し、厚さが $Z = 20$ mm の直方体であってもよい。探触子 200 から超音波を発振させて骨折治療するとき、 X と Y とを含む長方形の面を治療箇所の皮膚表面に接触させて、探触子 200 を固定すればよい。

【0037】

(超音波送受信部 20)

超音波送受信部 20 は、送信ビーム形成部 21、送信器 22、受信器 23、及び、受信ビーム形成部 24 を備えている。送信ビーム形成部 21 は、超音波制御部 30 による制御に基づいて、超音波ビームを形成する信号を、送信器 22 に出力する。送信ビーム形成部 21 は、探触子 10 の電子走査を制御するようになっていてもよい。送信器 22 は、送信ビーム形成部 21 から出力された送信信号を探触子 10 に送信する。送信器 22 は、探触子 10 から発振される超音波の強度を制御するようになっていてもよい。

10

【0038】

受信器 23 は、探触子 10 から照射され、生体内から反射した超音波を受信し、受信した受信信号を受信ビーム形成部 24 に送信する。受信ビーム形成部 24 は、受信器 23 から送信された受信信号に基づいて超音波ビームを形成し、画像形成部 40 に出力する。

【0039】

送信ビーム形成部 21、送信器 22、受信器 23、及び、受信ビーム形成部 24 としては、従来公知の送信ビーム形成部、送信器、受信器、及び、受信ビーム形成部を使用することができる。

20

【0040】

(超音波制御部 30)

超音波制御部 30 は、骨折部位を治療するとき、及び、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成するときの両方において、探触子 10 から超音波を発振させる。すなわち、超音波制御部 30 は、骨折部位を治療するための超音波を探触子 10 から発振させると共に、骨折部位を表す画像を形成するための超音波を探触子 10 から発振させる。

【0041】

したがって、超音波による骨折部位の治療の前に、探触子 10 から超音波を発振させて骨折部位の超音波画像を形成し、形成した画像に基づいて治療部位を同定することができる。そして、同定した治療部位に確実に超音波が照射されるように探触子 10 から超音波を発振させる。これにより、骨折部位に確実に超音波を照射し、骨折治療を促進することができる。

30

【0042】

従来の超音波診断装置を使用して、骨折部位を同定した後に、同定した骨折部位に従来の超音波骨折治療装置を用いて超音波を照射する場合、装置が 2 つ必要である上に、超音波を照射する探触子が超音波診断装置のものと超音波骨折治療装置のものと異なるため、超音波診断装置により同定した骨折位置に、超音波骨折治療装置からの超音波が実際に照射されているか確実ではない。超音波骨折治療装置 100 によれば、超音波制御部 30 が骨折位置を同定するための超音波と、骨折を治療するための超音波とを、同一の探触子 10 から照射するため、同定した骨折位置により確実に超音波を照射することができる。

40

【0043】

また、超音波骨折治療装置 100 によれば、治療時に毎回確実に骨折部位に超音波を照射することが可能であるため、超音波照射による骨折治療成績のエビデンスを確立することができる。さらに、骨折位置の確認のために X 線照射する必要がなく、患者の被爆がない。また、患者に適切に指導することによって、毎日家庭での治療時に患者自身が適切な治療位置を確認し、探触子を固定することができる。

【0044】

超音波制御部 30 は、探触子 10、超音波送受信部 20、及び、画像形成部 40 の各構

50

成要素を制御するようになっている。超音波制御部 30 は、ユーザインターフェース（図示せず）からのユーザの入力に基づいて、探触子 10 から超音波を発振させる。また、超音波制御部 30 は、探触子 10 からの超音波の発振状態等をユーザインターフェースに表示させるようになっているてもよい。

【0045】

超音波制御部 30 は、ユーザの入力又は予め記憶されたプログラムに基づいて、超音波送受信部 20 に超音波ビームを形成させて探触子 10 に出力させ、探触子 10 から超音波を発振させる。また、超音波制御部 30 は、ユーザの入力又は予め記憶されたプログラムに基づいて、超音波送受信部 20 に探触子 10 が受信した超音波から超音波ビームを形成させて画像形成部 40 に出力させ、画像形成部 40 に超音波照射部位の画像を形成させる。

10

【0046】

また、超音波制御部 30 は、画像形成部 40 が形成した画像に基づいて同定された骨折部位に超音波が照射されるように、探触子 10 からの超音波の照射角度を調節するようになっているてもよい。このとき超音波制御部 30 は、画像形成部 40 が形成した骨折部位を表す画像に基づいて骨折部位を同定する。そして、超音波制御部 30 は、同定した骨折部位に確実に超音波が照射されるように、探触子 10 からの超音波の照射角度を調節する。

【0047】

これにより、骨折部位に、より確実に超音波が照射されるため、骨折治癒をより促進することができる。また、超音波制御部 30 は、同定した骨折部位全体に超音波が照射されるように、探触子からの超音波の照射範囲を調節するようになっているてもよい。なお、探触子 10 からの超音波の照射角度又は照射範囲の調節は、従来公知の方法により行うことができる。

20

【0048】

さらに、超音波制御部 30 は、探触子 10 から発振されて骨折部位において反射した超音波に基づいて形成した画像から骨折位置までの深さを計測して超音波の減衰量を算出し、算出した減衰量に基づいて骨折部位を治療するときに探触子 10 から発振させる超音波の出力を制御するようになっているてもよい。超音波制御部 30 は、探触子 10 から発振されて骨折部位に照射される超音波の減衰量を、骨折部位において反射した超音波に基づいて算出する。そして、算出した減衰量に基づいて、骨折治療時に探触子から発振させる超音波の出力を制御する。例えば、超音波制御部 30 は、減衰量を補うように、探触子からの超音波出力を増大させる。これにより、骨折部位に、より治療に適した超音波を照射することができるので、骨折治癒をより促進することができる。

30

【0049】

なお、超音波の減衰量の算出、及び、探触子からの超音波の出力制御は、従来公知の方法により行うことができる。例えば、後述するスキャンコンバータ部 42 に、画像形成部 40 が形成した骨折部位を表す画像上における体表から骨折部位までの距離を計測させ、計測した距離に基づいて超音波の減衰量を算出する。そして、算出した減衰量に基づいて、探触子 10 から発振させる超音波の出力強度を補正する。なお、生体内における超音波の減衰量は、一般に 0.7 dB/cm/MHz であることが知られている（参考文献：J E I T A 規格 AE - 6008 付属書 A2 (p16)）。

40

【0050】

超音波制御部 30 は、骨折部位を治療するとき、探触子 10 から発振させる超音波の周波数を、 $0.5 \sim 10 \text{ MHz}$ の範囲内、好ましくは $1 \sim 3 \text{ MHz}$ の範囲内、最も好ましくは 1.5 MHz に制御してもよいが、これに限定されない。

【0051】

また、超音波制御部 30 は、骨折部位を治療するとき、探触子 10 から超音波を発振させる時間を、好ましくは 1 日に 1 回、20 分間に制御することが好ましいが、1 日に 2 回、20 分間ずつ、2 日に 1 回、20 分間、又は、2 日に 2 回、20 分間ずつ（1 日は照射せず）に制御してもよいが、これに限定されない。

50

【0052】

さらに、超音波制御部30は、骨折部位を治療するとき、探触子10から発振させる超音波の出力を、好ましくは $5 \sim 60 \text{ mW/cm}^2$ 、より好ましくは $15 \sim 45 \text{ mW/cm}^2$ 、最も好ましくは 30 mW/cm^2 に制御してもよいが、これに限定されない。

【0053】

また、超音波制御部30は、骨折部位を治療するとき、探触子10から発振させる超音波のduty比を、好ましくは $5 \sim 50\%$ 、より好ましくは $10 \sim 30\%$ 、最も好ましくは 20% に制御してもよいが、これに限定されない。

【0054】

さらに、超音波制御部30は、骨折部位を治療するとき、探触子10から照射させる超音波のPRFを、好ましくは $500 \text{ Hz} \sim 10 \text{ kHz}$ 、より好ましくは 1 kHz に制御してもよいが、これに限定されない。

10

【0055】

なお、骨折部位を表す画像を形成するとき、超音波制御部30が探触子10から照射させる超音波は、時間分解能の向上のためにできるだけ高周波であることが好ましいが、通常、探触子10の帯域により送信周波数が制限される。このため、例えば、骨折部位を治療するときの超音波の好ましい周波数が 1.5 MHz であるときに、PZTを使用した通常の探触子における帯域が 80% の場合、骨折部位を表す画像を形成するときの超音波の周波数は、 3.5 MHz である。

【0056】

なお、骨折部位を表す画像を形成するとき、探触子10から発振させる超音波の周波数は、上記の範囲内に限定されず、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成することが可能な周波数であればよい。また、超音波の照射時間、出力、duty比、及び、PRFについても、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成することが可能なように制御すればよい。

20

【0057】

超音波制御部30は、規定の値の超音波を出力するため、探触子10の感度のばらつきを補正するために、及び、超音波出力を一定に保つために、探触子10からの超音波の発振をモニタリングするフィードバック機構を備えていてもよい。これにより、探触子10から超音波の発振状態が超音波制御部30にフィードバックされ、これに基づいて超音波制御部30は超音波送受信部20による、治療時と画像形成時における適切な超音波ビーム形成を制御する。

30

【0058】

(画像形成部40)

画像形成部40は、探触子10から発振されて生体内及び骨折部位において反射した超音波に基づいて生体内及び骨折部位を表す画像を形成する。これにより、画像形成部40が作成した骨折部位を表す画像に基づいて、治療対象となる骨折部位を確実に同定することができる。そして、同定した骨折部位に探触子10から発振された超音波を照射することによって、骨折治療をより促進することができる。

【0059】

画像形成部40は、Bモード処理部41とスキャンコンバータ部42とを備えている。Bモード処理部41は、探触子10が受信した超音波に基づいて超音波送受信部20において形成された超音波ビームを、画像の輝度情報を表すBモード画像信号に変換し、スキャンコンバータ部42に送信する。スキャンコンバータ部42は、Bモード処理部からの画像信号を画像表示部50に適応した形式に変換して、画像を表示する。スキャンコンバータ部42は、形成した骨折部位を表す画像上において、体表から骨折部位までの距離を計測する距離計測機能を備えていてもよい。

40

【0060】

なお、画像形成部40は、上述した画像形成方法とは異なる公知の画像形成方法により骨折部位を表す画像を形成するようになっていてもよい。

50

【 0 0 6 1 】

(画像表示部 5 0)

画像表示部 5 0 は、画像形成部 4 0 が形成した画像を表示する。画像形成部 4 0 が形成した骨折部位を表す画像を画像表示部 5 0 に表示させることによって、患者が画像表示部 5 0 に表示された骨折部位を表す画像を確認して骨折部位を同定することができる。そして、同定した骨折部位に確実に超音波が照射されるように、探触子 1 0 の固定位置を変更することができる。画像表示部 5 0 は、ディスプレイ装置等の公知の画像表示装置により構成することができる。

【 0 0 6 2 】

〔他の構成〕

上述した超音波骨折治療装置としてコンピュータを機能させるための超音波骨折治療プログラムであって、コンピュータを超音波制御手段、画像形成手段等として機能させるための超音波骨折治療プログラム、及び、当該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も本発明の範疇に含まれる。

10

【 0 0 6 3 】

また、上述した超音波骨折治療装置を用いて骨折部位を治療する超音波骨折治療方法についても、本発明の範疇に含まれる。すなわち、本発明に係る超音波骨折治療方法は、超音波を照射して骨折部位を治療する超音波骨折治療方法であって、探触子から超音波を発振させ、骨折部位において反射した超音波に基づいて骨折部位を表す画像を形成する画像形成工程と、形成した画像に基づいて骨折部位を同定する同定工程と、探触子から超音波を発振させて同定した骨折部位に照射する治療工程とを包含する。

20

【 0 0 6 4 】

超音波骨折治療方法において用いられる超音波骨折治療装置の一実施形態が超音波骨折治療装置 1 0 0 であるため、本発明に係る超音波骨折治療方法の詳細については、上述した超音波骨折治療装置 1 0 0 の説明に準じる。

【 0 0 6 5 】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【 産業上の利用可能性 】

30

【 0 0 6 6 】

本発明は、超音波による治療装置に利用することができる。

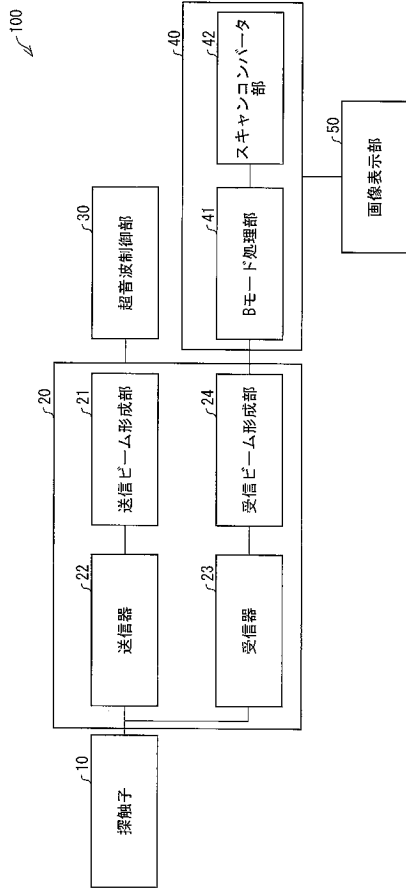
【 符号の説明 】

【 0 0 6 7 】

- 1 0 探触子
- 2 0 超音波送受信部
- 3 0 超音波制御部 (制御手段)
- 4 0 画像形成部 (画像形成手段)
- 5 0 画像表示部 (画像表示手段)
- 1 0 0 超音波骨折治療装置

40

【 図 1 】



【 図 2 】

