

(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2010-119490

(P2010-119490A)

(43) 公開日 平成22年6月3日(2010.6.3)

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)

F1
A61B 8/08

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-294434 (P2008-294434)
(22) 出願日 平成20年11月18日(2008.11.18)

(71) 出願人 504137912
国立大学法人 東京大学
東京都文京区本郷七丁目3番1号
(71) 出願人 390029791
アロカ株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号
(74) 代理人 100075258
弁理士 吉田 研二
(74) 代理人 100096976
弁理士 石田 純
(72) 発明者 中村 耕三
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大
学法人東京大学内

最終頁に続く

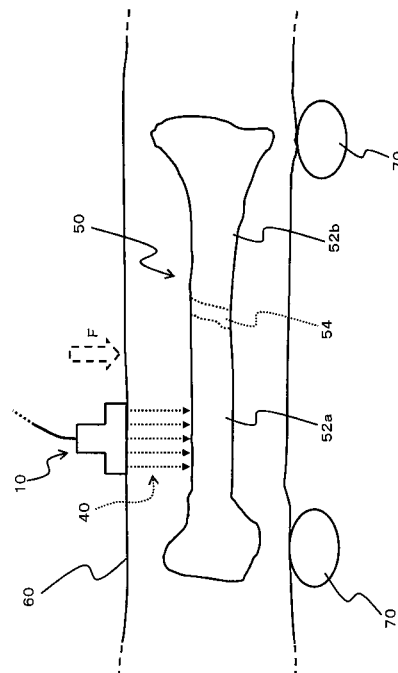
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 健全部と疾患部を含む骨の診断に利用される改良された超音波診断装置を提供する。

【解決手段】 健全部52a, 52bと骨折部54を含んだ骨50の健全部52aに対して、エコー-tracking用の超音波ビーム40が形成される。そして、骨50に対して荷重Fを掛けない状態から荷重Fを掛けた状態に亘ってエコー-tracking処理が実行され、健全部52aに対して形成された超音波ビーム40を介して、荷重Fに伴う骨50の歪み量が算出される。こうして、健全部52aを介して得られる歪み量から、骨折部54における癒合の状態が評価される。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

健常部と疾患部を含む骨の健常部に対して複数の超音波ビームを形成する送受波部と、各超音波ビームごとに骨表面に対応する表面ポイントを検出し、複数の超音波ビームに対応した複数の表面ポイントを追跡する表面追跡部と、

前記骨に対して外的作用を及ぼすことにより変位する複数の表面ポイントに基づいて、前記骨の力学的特性を反映させた特性量を算出する特性量算出部と、

前記健常部を介して得られる特性量に基づいて前記疾患部の快復状態を評価する快復状態評価部と、

を有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

前記特性量算出部は、前記骨に対して荷重を加えることにより変位する複数の表面ポイントに基づいて、前記骨の歪みを反映させた特性量を算出する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

前記快復状態評価部は、前記健常部を介して得られる特性量の経時的な変化を示す経時変化データを形成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波診断装置において、

前記経時変化データに基づいて、前記疾患部である骨折部における骨癒合の進行状態が評価される、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波診断装置において、

健常骨の歪みに対応した特性量の参考値と前記経時変化データとの比較から前記骨折部における骨癒合の進行状態が評価される、

ことを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項 6】

健常部と疾患部を含む骨の健常部に対して複数の超音波ビームを形成する送受波部と、各超音波ビームごとに骨表面に対応する表面ポイントを検出し、複数の超音波ビームに対応した複数の表面ポイントを追跡する表面追跡部と、

前記骨に対して外的作用を及ぼすことにより変位する複数の表面ポイントに基づいて、前記骨の力学的特性を反映させた特性量を算出する特性量算出部と、

を有し、

前記健常部を介して得られる特性量に基づいて前記疾患部の快復状態を評価するために利用される、

ことを特徴とする超音波診断装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、骨の診断に利用される超音波診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

骨粗鬆症などの骨代謝疾患の診断や易骨折性の判定、また、骨折治療後の骨癒合を定量的に診断するために、骨強度などの力学的特性の簡便かつ定量的な測定が望まれている。

【0003】

50

骨形成や骨癒合の評価はX線写真に大きく依存しているが、X線写真では骨強度を定量的に診断することは困難である。骨強度の従来測定法として測定対象のサンプル骨の強度試験が知られているものの、サンプル骨の摘出手術が必要であり侵襲的である。また、骨量や骨密度の測定法として、汎用X線CTの利用、DXA(二重エネルギー吸収測定法)装置などが実用化にいたっている。しかし、これらはいくまで骨量を測定する手段であって、骨強度を評価することはできない。また、X線を照射する点では非侵襲的であるとは言えない。

【0004】

このほかの骨強度を定量評価する試みとしては、創外固定器に歪みゲージを装着してその固定器の歪みを計測する歪みゲージ法、骨に外部から振動を加え固有振動数を評価する振動波法、降伏応力を生じた骨から発生する音波を検出するアコースティックエミッション法などが既存の方法として挙げられる。しかし、これらの方法は適応できる治療法に制限があること、骨に侵襲を加える必要があること、さらに評価精度などの点において問題が残されている。

10

【0005】

こうした背景において、本願の発明者らは、骨の力学的特性を非侵襲的かつ定量的に評価する超音波診断装置を提案している(特許文献1~3参照)。

【0006】

【特許文献1】特開2004-298205号公報

【特許文献2】特開2006-334273号公報

【特許文献3】特開2005-152079号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献に記載された超音波診断装置は、骨に対して複数の超音波ビームを形成し、各超音波ビームに対応した複数のエコー信号を取得して各エコー信号ごとに骨表面に対応する表面ポイントを特定し、複数のエコー信号から得られる複数の表面ポイントに基づいて骨表面の形状データを生成するものである。そして、骨に対して外的作用を及ぼした場合における形状データの変化に基づいて骨の力学的特性が評価される。これにより、エコー信号に基づく骨表面の形状データから、生体内の骨の力学的特性を非侵襲的かつ定量的に評価することができるという画期的な技術である。

30

【0008】

本願の発明者らは、上記特許文献に記載された画期的な技術の改良について研究開発を重ねてきた。

【0009】

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、健常部と疾患部を含む骨の診断に利用される改良された超音波診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の好適な態様である超音波診断装置は、健常部と疾患部を含む骨の健常部に対して複数の超音波ビームを形成する送受波部と、各超音波ビームごとに骨表面に対応する表面ポイントを検出し、複数の超音波ビームに対応した複数の表面ポイントを追跡する表面追跡部と、前記骨に対して外的作用を及ぼすことにより変化する複数の表面ポイントに基づいて、前記骨の力学的特性を反映させた特性量を算出する特性量算出部と、前記健常部を介して得られる特性量に基づいて前記疾患部の快復状態を評価する快復状態評価部と、を有することを特徴とする。

40

【0011】

上記態様において、骨の健常部は骨のうちの比較的健全な部分であり、骨の疾患部は骨のうちの比較的病的な部分である。骨の疾患部には、例えば、骨折した部分やひびの部分などが含まれ、また、骨折やひびなどの癒合が進行している部分や完治した部分など

50

も含まれる。

【0012】

上記態様によれば、健常部を介して得られる特性量に基づいて疾患部の快復状態を評価することが可能になる。これにより、例えば、超音波の反射状態が比較的良好な健常部を介して特性量を得られるため、超音波の反射状態が不安定な骨の部分を通じて特性量を得られる場合に比べて、疾患部の快復状態の評価の精度や再現性が高められる。また、例えば、超音波ビームの位置が疾患部に限定されないため、疾患部の快復状態を評価する際の計測の自由度が高められる。

【0013】

望ましい態様において、前記特性量算出部は、前記骨に対して荷重を加えることにより変位する複数の表面ポイントに基づいて、前記骨の歪みを反映させた特性量を算出する、ことを特徴とする。

10

【0014】

望ましい態様において、前記快復状態評価部は、前記健常部を介して得られる特性量の経時的な変化を示す経時変化データを形成する、ことを特徴とする。

【0015】

望ましい態様において、前記経時変化データに基づいて、前記疾患部である骨折部における骨癒合の進行状態が評価される、ことを特徴とする。

【0016】

望ましい態様において、健常骨の歪みに対応した特性量の参考値と前記経時変化データとの比較から前記骨折部における骨癒合の進行状態が評価される、ことを特徴とする。

20

【0017】

また、上記目的を達成するために、本発明の好適な態様である超音波診断装置は、健常部と疾患部を含む骨の健常部に対して複数の超音波ビームを形成する送受波部と、各超音波ビームごとに骨表面に対応する表面ポイントを検出し、複数の超音波ビームに対応した複数の表面ポイントを追跡する表面追跡部と、前記骨に対して外的作用を及ぼすことにより変位する複数の表面ポイントに基づいて、前記骨の力学的特性を反映させた特性量を算出する特性量算出部と、を有し、前記健常部を介して得られる特性量に基づいて前記疾患部の快復状態を評価するために利用される、ことを特徴とする。

【発明の効果】

30

【0018】

本発明により、健常部と疾患部を含む骨の診断に利用される改良された超音波診断装置が提供される。例えば、本発明の好適な態様によれば、健常部を介して得られる特性量に基づいて疾患部の快復状態を評価することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の好適な実施形態を説明する。

【0020】

図1には、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態が示されており、図1はその全体構成を示すブロック図である。プローブ10は被検体の体表に当接して用いられる超音波探触子が好適である。もちろん被検体内に挿入して用いられる超音波探触子を利用してもよい。プローブ10は、被検体の体内の骨に向けて超音波ビームを形成する。プローブ10としては、超音波ビームを電子走査するリニア電子スキャンプローブ（リニアプローブ）が好適であるが、セクタ電子スキャンなどの方式を利用するものでもよい。なお、診断対象となる骨は、例えば脛骨や腓骨などであるが、本発明に係る超音波診断装置の診断対象はこれらの骨に限定されない。

40

【0021】

送受信部12は、プローブ10を制御して、断層面内において超音波ビームを電子走査する。プローブ10がリニアプローブの場合、例えば120本の超音波ビームが次々に電子走査され、各超音波ビームごとにエコー信号が取得される。取得された複数のエコー信

50

号は断層画像形成部 18 に出力され、断層画像形成部 18 は複数のエコー信号に基づいて骨の断層画像 (Bモード画像) を形成する。形成された Bモード画像は、表示画像形成部 28 を介して表示部 30 に表示される。

【0022】

送受信部 12 で取得されたエコー信号は、エコートラッキング処理部 (ET処理部) 20 へも出力される。エコートラッキング処理部 20 は、各エコー信号から骨表面部を抽出してトラッキングする、いわゆるエコートラッキング処理を行うものである。エコートラッキング処理には、例えば、特開 2001-309918 号公報に詳述される技術が利用される。この技術の概要は次のとおりである。

【0023】

プローブ 10 から取得されるエコー信号は骨表面に対応する部分で大きな振幅を有している。単に振幅の大きな部分として骨表面部を捉えた場合、大きな振幅の範囲の中のどの部分が表面部に対応するのかが不明であり、結果として大きな振幅の範囲程度の抽出誤差 (一般的な超音波診断装置では 0.2 mm 程度) が生じてしまう。エコートラッキング処理では、エコー信号の代表点としてゼロクロス点が検知され、検知されたゼロクロス点をトラッキングすることで抽出精度を飛躍的に高めている (0.002 mm 程度にまで精度を高めることが可能)。ゼロクロス点は、トラッキングゲート期間内においてエコー信号の振幅が正から負へ、または、負から正へと極性が反転するタイミングとして検知される。ゼロクロス点が検知されると、その点を中心として新たにトラッキングゲートが設定される。そして、次のタイミングで取得されるエコー信号においては、新たに設定されたトラッキングゲート期間内でゼロクロス点が検知される。このようにして、各超音波ビームごとに、エコー信号のゼロクロス点が表面ポイントとしてトラッキングされ、骨表面の位置がプローブ 10 を基準として高精度に計測される。

【0024】

エコートラッキング処理には、例えば 5 本のトラッキング用エコー信号が利用される。トラッキング用エコー信号は、断層画像形成に利用されるエコー信号 (例えば 120 本のエコー信号) の中から選択されてもよく、あるいは、断層画像形成用のビームとは別に、5 本のトラッキング用エコー信号を形成してもよい。

【0025】

図 2 は、5 つのエコー信号による骨表面部のトラッキングの様子を説明するための図である。本発明の超音波診断装置を利用した骨の力学的特性の評価では、骨に対して荷重を掛けない状態 (荷重無) と荷重を掛けた状態 (荷重有) との間における表面ポイントの変位が各エコー信号ごと (各超音波ビームごと) に計測される。

【0026】

図 2 (A) は、荷重無における骨 50 に対するトラッキングの様子を示すものである。骨 50 に向けられた 5 本の超音波ビーム 40 の各々に対応する各エコー信号 68 は、骨表面に対応する部分で大きな振幅 (振幅極大部 69) を示している。なお、5 本の超音波ビーム 40 には、図の上から順に、ビーム番号 1 からビーム番号 5 が付されている。各超音波ビームごとに振幅極大部 69 内においてゼロクロス点が表面ポイントとして検知されているため、極めて高精度に骨表面位置が特定される。

【0027】

図 2 (B) は、荷重有における骨 50 に対するトラッキングの様子を示すものである。図 2 (A) と同様に、5 本の超音波ビーム 40 の各々に対応する各エコー信号 68 に基づいて骨表面の形状を把握することができる。なお、荷重が掛けられた影響により、図 2 (A) の骨 50 に比べて図 2 (B) の骨 50 は歪み (骨のたわみ具合) が大きくなっている。なお、図 2 においてはエコートラッキング用エコー信号が 5 本の例を示したが、5 本以外の複数本でも計測可能である。

【0028】

図 1 に戻り、表面形状計測部 22 は、荷重無状態と荷重有状態との間における表面ポイント (トラッキングポイント) の変位を各超音波ビームごとに計測し、5 本の超音波ビー

10

20

30

40

50

ムの各々から表面ポイントの変位を計測する。つまり、図 2 に示したビーム番号 1 からビーム番号 5 までの各超音波ビーム 40 について、荷重無と荷重有との間におけるゼロクロス点の移動量が計測される。その結果、骨表面の 5 点に関する変位が得られる。

【 0 0 2 9 】

さらに、骨表面の 5 点に関する変位は、超音波ビーム 40 のビーム位置を示す軸と表面ポイントの変位を示す軸とで構成される座標系に、実測点としてポイントされる。そして、複数の実測点を結ぶ補間ラインが生成され、さらに、その補間ラインの曲がりの程度から特性量算出部 24 において、骨の力学的特性を評価するための骨の特性量として、骨の歪み量が算出される。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、骨の歪み量の算出手法を説明するための図である。図 3 には、超音波ビームのビーム位置を縦軸とし、表面ポイントの変位を横軸とした座標系が示されている。そして、その座標系上に、各超音波ビームのビーム位置とその超音波ビームで計測された変位とを対応付けた点として 5 つの実測点 70 がポイントされている。ビーム位置は、エコートラッキング用の超音波ビームの各々の位置（図 2 における各超音波ビーム 40 の位置）であり、図 3 の上から順にビーム番号 1 からビーム番号 5 までのビーム番号によって特定される。

【 0 0 3 1 】

そして、表面形状計測部 22（図 1）によって 5 つの実測点 70 を結ぶ補間ライン 72 が生成される。補間ライン 72 は、例えば、スプライン補間や最小二乗補間などを利用して 5 つの実測点 70 を曲線補間することによって得ることができる。

【 0 0 3 2 】

さらに、特性量算出部 24（図 1）によって、5 つの実測点 70 のうちの二つの端点を結ぶ直線 74 と補間ライン 72 との比較に基づいて補間ライン 72 の曲がりの程度が評価される。具体的には、直線 74 から最も離れた位置に存在する補間ライン 72 上の点である最大変位点 80 と直線 74 との距離 d に基づいて、例えば、直線 74 の長さ L と距離 d から、骨の歪み量として $= d / L$ が算出される。歪み量はストレインと呼ばれる。なお、特性量算出部 24 は、ストレインとその時の荷重値とを対応付けた計測結果を得るようにしてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 3 を利用して説明した歪み量の算出手法では、5 つの実測点 70 のうちの二つの端点を結ぶ直線 74 を利用している。この手法に換えて、例えば、特許文献 1 において図 4 を利用して説明しているように、荷重無における補間ラインと荷重有における補間ラインとの比較に基づいて骨の歪み量を算出してもよい。

【 0 0 3 4 】

図 1 に戻り、特性量算出部 24 において、骨の力学的特性を評価するための骨の特性量として骨の歪み量が算出されると、癒合状態評価部 26 において、骨の歪み量に基づいて骨の癒合状態が評価される。本実施形態においては、骨折部と健常部を含んだ骨が診断対象とされ、健常部を介して得られる骨の歪み量に基づいて、骨折部における骨の癒合状態が評価される。そこで、以下に、本実施形態における骨の診断と癒合状態の評価について説明する。なお、既に図 1 に示した部分（構成）については、以下の説明において図 1 の符号を利用する。

【 0 0 3 5 】

図 4 は、本実施形態における骨の診断例を説明するための図である。診断対象となる骨 50 は、被検体 60 内に存在し、健常部 52 a, 52 b と骨折部 54 を含んでいる。プローブ 10 は、被検体 60 の体表に当接して用いられ、骨 50 の健常部 52 a に対して、エコートラッキング用の超音波ビーム 40 を形成する。

【 0 0 3 6 】

検査者は、例えば、骨 50 を含んだ B モード画像を利用して健常部 52 a, 52 b と骨折部 54 の位置を確認し、健常部 52 a に対して例えば 5 本の超音波ビーム 40 を形成す

10

20

30

40

50

るように、プローブ10の当接位置などを調整する。

【0037】

図4においては、2つの固定点の間に荷重Fを加える3点曲げ方式が示されている。つまり、被検体60の体表に接する2つの固定具70によって、棒状の骨50の2箇所(2つの固定点)が図の下側から支えられており、これら2箇所の固定点の間において図の上側から荷重Fが加えられている。

【0038】

そして、骨50に対して荷重Fを掛けない状態から荷重Fを掛けた状態に亘ってエコー-tracking処理が実行され(図2参照)、健常部52aに対して形成された超音波ビーム40を介して、荷重Fに伴う骨50の歪み量が算出される(図3参照)。

10

【0039】

このように、本実施形態においては、健常部52a, 52bと骨折部54含む骨50の健常部52aに対して複数の超音波ビーム40が形成され、健常部52aを介して荷重Fに伴う歪み量が得られる。

【0040】

骨50に対して荷重Fが加えられると、図4の例においては、2つの固定点を支点として弓形に撓もうとする内部応力が骨50に作用する。その際、骨折部54等を含まない健常骨であれば、健常骨の全体に亘って比較的均等に内部応力が発生し、撓み(歪み)も健常骨の全体に亘って比較的均等になる。

【0041】

これに対し、比較的剛性の高い健常部52a, 52bと比較的剛性の低い骨折部54を含む骨50においては、荷重Fに伴う内部応力が骨折部54に集中的に作用する傾向が現れる。そのため、健常骨の撓み(歪み量)に比べて、骨折部54における撓みが大きくなり、健常部52a, 52bにおける撓みが小さくなる。また、骨折部54における癒合が進行して健常骨の状態に近づくに従って、健常部52a, 52bにおける撓みが健常骨の撓みに近づく。本実施形態においては、こうした現象を利用し、健常部52aを介して得られる歪み量から、骨折部54における癒合の状態が評価される。

20

【0042】

図5は、本実施形態における骨の癒合状態の評価例を説明するための図である。図5には、健常部を介して得られる歪み量の経時的な変化を示す経時変化データの一例が示されている。図5に示す経時変化データ(グラフ)の横軸は骨の癒合の経過時間であり、縦軸は各経過時間(時刻)ごとの歪み量である。例えば、毎週ごとに健常部を介して荷重に伴う歪み量が計測され(図4参照)、複数の週に亘る計測結果が日時順に横軸に沿って並べられる。図5における歪み量の単位はマイクロストレイン(μstrain)である。

30

【0043】

図5に示すように、経過時間が増大するに従って、つまり横軸の増加方向(正方向)に進むに従って、骨折部の癒合が進行するため、健常部を介して得られる骨の歪み量が次第に増加する。すなわち、骨の癒合の初期状態では骨折部に対して荷重に伴う内部応力が集中して健常部における歪み量が小さく、骨の癒合が進むに従って内部応力が分散されて健常部における歪み量が増加してくる。

40

【0044】

そこで、例えば、骨折部等を含まない健常骨の歪み量の参考値REFを予め測定しておき、健常部における歪み量の増加傾向と参考値REFとを比較することにより、骨の癒合の進行度を評価するようにしてもよい。図5に示す経時変化データ(グラフ)は、例えば、癒合状態評価部26において形成され、表示画像形成部28を介して表示部30に表示される。

【0045】

本実施形態における骨の癒合の評価では、骨折部と健常部とにおいて応力分布(応力の差)を発生させればよいため、図4を利用して説明した診断例に限らず、多様な変形例が可能である。

50

【 0 0 4 6 】

図 6 は、本実施形態における骨の診断の変形例を説明するための図である。図 6 (A) ~ (C) には、図 4 を利用して説明した 3 点曲げ方式の変形例が示されている。例えば、図 6 (A) に示すように、骨折部 5 4 を間に挟んだ一方側の健常部 5 2 a の側にプローブ 1 0 を配置し、他方側の健常部 5 2 b の側に荷重 F を加えてもよい。また、例えば、図 6 (B) に示すように、骨 5 0 を間に挟んだ一方側 (図の上側) にプローブ 1 0 を配置し、他方側 (図の下側) から荷重 F を加えてもよい。また、図 6 (C) に示すように、骨 5 0 の端部に骨折部 5 4 が存在する場合にも、本実施形態における骨の癒合の評価は可能である。なお、図 4 を利用して説明した 3 点曲げ方式に換えて、図 6 (D) に示すように、骨 5 0 の長軸方向に沿って荷重 F を加えてもよい。また、プローブ 1 0 を介して骨に荷重 F が加えられてもよい。

10

【 0 0 4 7 】

図 7 は、骨に対して荷重 F を加えることが可能なプローブ 1 0 を示す図である。図 7 のプローブ 1 0 には、その振動子面に圧縮子 8 0 が設けられている。さらに、図 7 のプローブ 1 0 には、その振動子面の全体を覆い圧縮子 8 0 を包み込むように水袋 9 0 が設けられている。水袋 9 0 内には、超音波の伝播に好適な媒体 (例えば水) が充填される。

【 0 0 4 8 】

図 7 のプローブ 1 0 を被検体の体表に押し当てることにより、圧縮子 8 0 を介して被検体内の骨に対して荷重 F が加えられる。また、水袋 9 0 内の媒体を介して超音波が送受波されることにより、被検体内の骨に対して超音波ビーム 4 0 が形成される。

20

【 0 0 4 9 】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態によれば、例えば、超音波の反射状態が比較的良好な健常部を介して歪み量が得られるため、超音波の反射状態が不安定な骨折部を介して歪み量が得られる場合に比べて、骨折部の癒合状態の評価の精度や再現性が高められる。ちなみに、1 つのプローブにより評価が可能であるため、2 つのプローブを利用する場合に比べて、計測の作業性が向上する。また、例えば、超音波ビームの位置や荷重の位置や固定点の位置が、骨折部やその付近に限定されないため、計測の自由度が高められる。ちなみに、プローブの位置と荷重の位置を一致させてもよいし、プローブの位置と固定点の位置を一致させてもよい。

【 0 0 5 0 】

上述した実施形態やその効果等は、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。例えば、骨の力学的特性を反映させた特性量として、骨の歪み量に換えて、骨の粘弾性に対応した特性量 (例えば特許文献 1 の図 1 2 に記載された荷重値と歪み量との間のヒステリシス特性) や、骨の塑性変形に対応した特性量 (例えば特許文献 3 の図 4 に記載された塑性変形成分) を利用してもよい。また、図 1 を利用して説明した癒合状態評価部 2 6 を超音波診断装置内に設けない態様も可能である。例えば、癒合状態評価部 2 6 の機能をコンピュータ内において実現し、コンピュータと超音波診断装置とを組み合わせた超音波システムにより、骨の癒合の進行度等を評価してもよい。このように、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。

30

【 図面の簡単な説明 】

40

【 0 0 5 1 】

【 図 1 】 本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 骨表面部のトラッキングの様子を説明するための図である。

【 図 3 】 骨の歪み量の算出手法を説明するための図である。

【 図 4 】 本実施形態における骨の診断例を説明するための図である。

【 図 5 】 本実施形態における骨の癒合状態の評価例を説明するための図である。

【 図 6 】 本実施形態における骨の診断の変形例を説明するための図である。

【 図 7 】 骨に対して荷重 F を加えることが可能なプローブを示す図である。

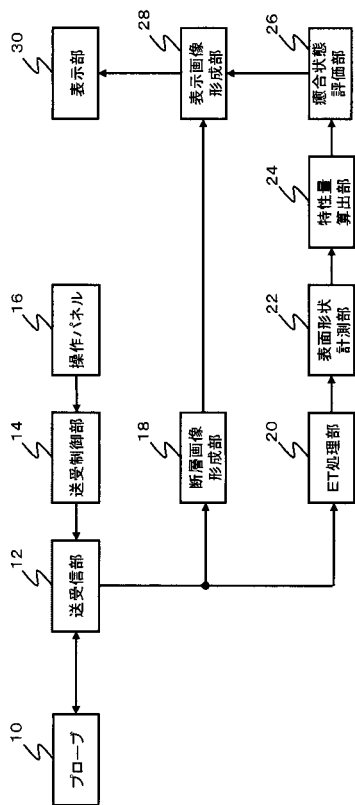
【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

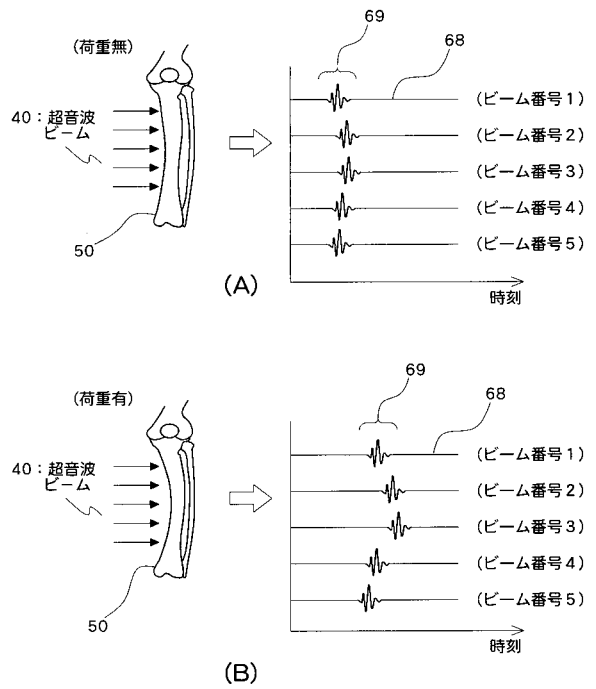
50

10 プローブ、12 送受信部、22 表面形状計測部、24 特性量算出部、26 癒合状態評価部。

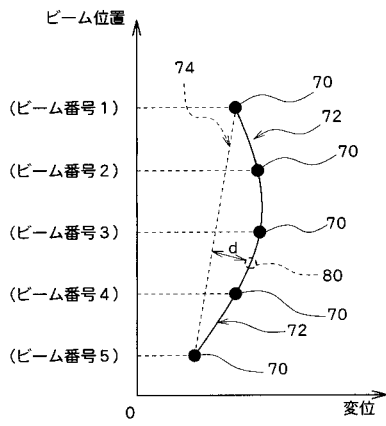
【図1】



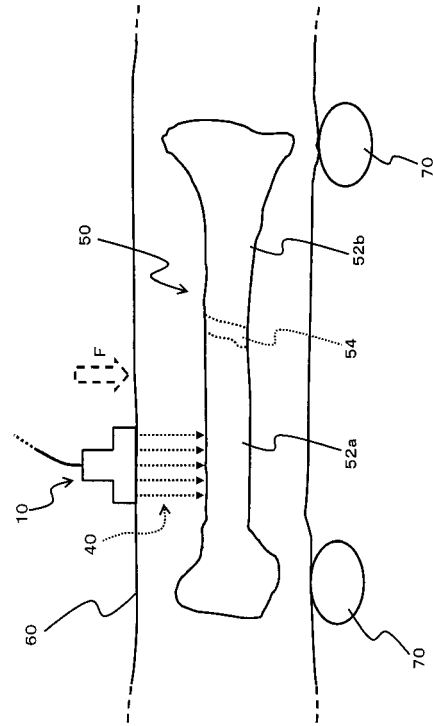
【図2】



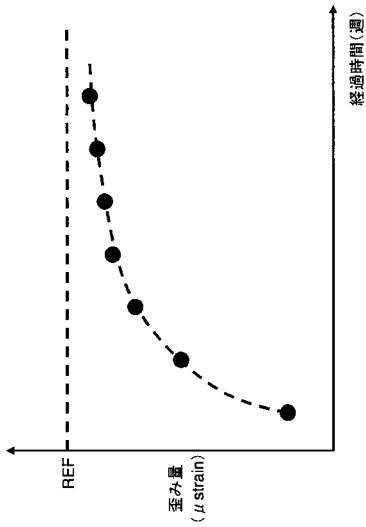
【 図 3 】



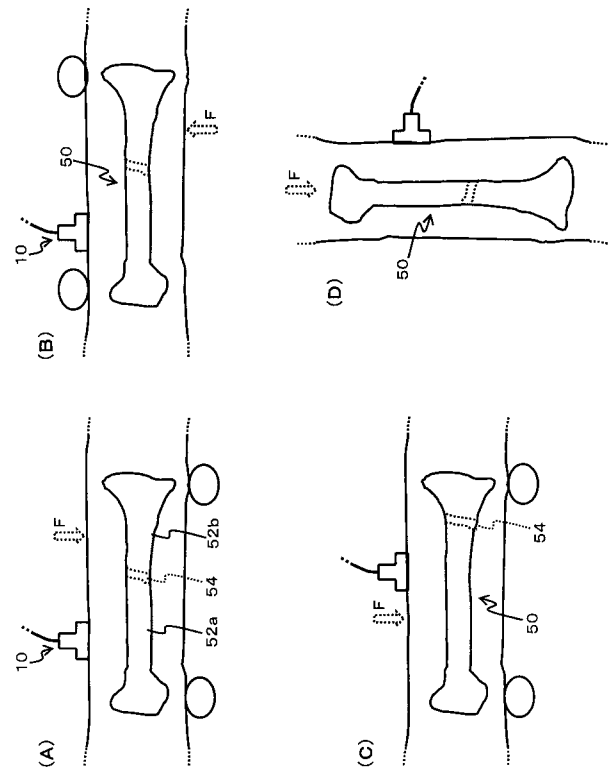
【 図 4 】



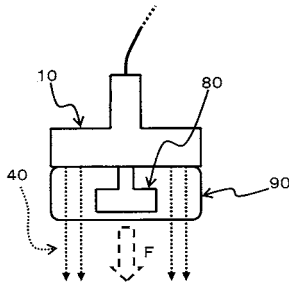
【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成22年3月1日(2010.3.1)

【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】

健全部と疾患部を含む骨の健全部に対して複数の超音波ビームを形成する送受波部と、
各超音波ビームごとに骨表面に対応する表面ポイントを検出し、複数の超音波ビームに
対応した複数の表面ポイントを追跡する表面追跡部と、

前記骨に対して外的作用を及ぼすことにより変位する複数の表面ポイントに基づいて、
前記骨の力学的特性を反映させた特性量を算出する特性量算出部と、

前記健全部における特性量に基づいて前記疾患部の快復状態を評価する快復状態評価部
と、

を有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

前記特性量算出部は、前記骨に対して荷重を加えることにより変位する複数の表面ポイ
ントに基づいて、前記骨の健全部の歪みに対応した特性量を算出する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

前記快復状態評価部は、前記健常部の歪みに対応した特性量の経時的な変化を示す経時変化データを形成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】

請求項3に記載の超音波診断装置において、

前記経時変化データに基づいて、前記疾患部である骨折部における骨癒合の進行状態が評価される、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項5】

請求項4に記載の超音波診断装置において、

健常骨の歪みに対応した特性量の参考値と前記経時変化データとの比較から前記骨折部における骨癒合の進行状態が評価される、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】

健常部と疾患部を含む骨の健常部に対して複数の超音波ビームを形成する送受波部と、各超音波ビームごとに骨表面に対応する表面ポイントを検出し、複数の超音波ビームに対応した複数の表面ポイントを追跡する表面追跡部と、

前記骨に対して外的作用を及ぼすことにより変位する複数の表面ポイントに基づいて、前記骨の健常部の歪みに対応した特性量を算出する特性量算出部と、

を有し、

前記健常部の歪みに対応した特性量に基づいて前記疾患部の快復状態を評価するために利用される、

ことを特徴とする超音波診断装置。

フロントページの続き

- (72)発明者 大西 五三男
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 松山 順太郎
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 飛田 健治
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 酒井 亮一
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
- Fターム(参考) 4C601 DD10 EE09 JC08 JC09 JC13

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2010119490A	公开(公告)日	2010-06-03
申请号	JP2008294434	申请日	2008-11-18
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人 东京大学 日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	东京大学 阿洛卡有限公司		
[标]发明人	中村耕三 大西五三男 松山顺太郎 飛田健治 酒井亮一		
发明人	中村 耕三 大西 五三男 松山 顺太郎 飛田 健治 酒井 亮一		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0875 A61B5/0053 A61B5/4504 A61B8/14 A61B8/485		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD10 4C601/EE09 4C601/JC08 4C601/JC09 4C601/JC13		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
其他公开文献	JP4517090B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种改进的超声诊断设备，用于诊断包括健康区域和患病区域的骨骼。解决方案：为骨骼50的健康区域52a形成用于回声跟踪的超声波束40，包括健康区域52a和52b以及骨折区域54。回波跟踪过程在不施加负荷F的状态下执行。骨骼50和在负荷F施加到骨骼的状态下，并且通过为健康区域52a形成的超声波束40计算由负荷F引起的骨骼50的变形量。以这种方式，基于经由健康区域52a计算的失真量来评估断裂区域54中的接合状态。Z

