(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 4 月 6 日(06.04.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/056780 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 8/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074330

(22) 国際出願日: 2016 年 8 月 22 日(22.08.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-195795 2015 年 10 月 1 日(01.10.2015) JP

(71) 出願人: 古野電気株式会社(FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町９番５２号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 末利 良一(SUETOSHI, Ryoichi); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町９番５２号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 新井 竜雄(ARAI, Tatsuo); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町９番５２号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 河尻 武士(KAWAJIRI, Takeshi); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町９番５２号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

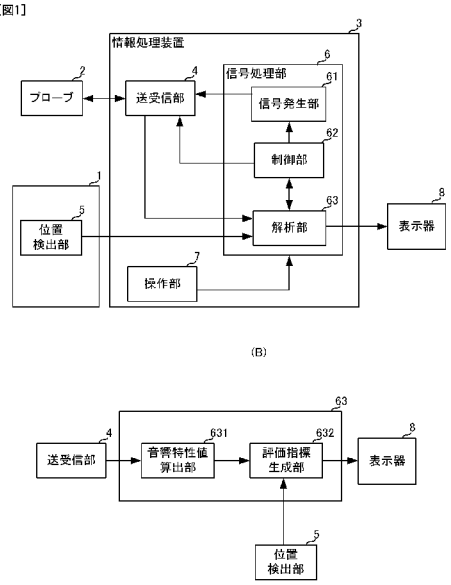
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: MEASUREMENT DEVICE, MEASUREMENT METHOD, AND MEASUREMENT PROGRAM

(54) 発明の名称 : 測定装置、測定方法、および測定プログラム

[図1]



2... PROBE
3... INFORMATION PROCESSING DEVICE
4... TRANSMISSION/RECEPTION UNIT
5... POSITION DETECTION UNIT
6... SIGNAL PROCESSING UNIT
7... OPERATING UNIT
8... DISPLAY
61... SIGNAL GENERATING UNIT
62... CONTROL UNIT
63... ANALYSIS UNIT
631... ACOUSTIC CHARACTERISTIC VALUE CALCULATING UNIT
632... EVALUATION INDEX GENERATING UNIT

(57) **Abstract**: [Problem] To provide a measurement device, a measurement method, and a measurement program, whereby it is possible to obtain an evaluation indicator which takes measurement site dependency into account. [Solution] The measurement device according to the present invention is characterized by being provided with a transmission/reception unit for transmitting ultrasonic waves into a living body including cortical bone and receiving a resultant echo signal, an acoustic characteristic value calculating unit for calculating acoustic characteristic values relating to the cortical bone corresponding to each position from the echo signal obtained in a plurality of positions along a peripheral direction of the cortical bone substantially orthogonal to a long-axis direction of the cortical bone, and an evaluation index generating unit for generating an evaluation index indicating a state of the cortical bone on the basis of the acoustic characteristic values calculated by the acoustic characteristic value calculating unit.

(57) 要約: 【課題】測定部位の依存性を考慮した評価指標を得ることができる測定装置、測定方法、および測定プログラムを提供する。 【解決手段】測定装置は、皮質骨を含む生体内部に対して超音波を送信してそのエコー信号を受信する送受信部と、皮質骨の長軸方向に略直交して該皮質骨の周囲方向に沿った複数の位置において得られた前記エコー信号から各位置に対応する前記皮質骨に関する音響特性値をそれぞれ算出する音響特性値算出部と、前記音響特性値算出部によって算出された音響特性値に基づいて、前記皮質骨の状態を示す評価指標を生成する評価指標生成部と、を備えたことを特徴とする。

WO 2017/056780 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 測定装置、測定方法、および測定プログラム

技術分野

[0001] この発明は、超音波を用いて被測定者の生体内部の音速等の音響特性値を外部から測定する測定装置、測定方法、および測定プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、皮質骨に対して超音波を送信し、当該皮質骨で反射されたエコー信号を受信することにより、皮質骨の音速等の音響特性値を測定する音速測定装置が知られている。皮質骨の音速は、骨の健全性と関係があることが知られており、皮質骨の音速を測定することにより、骨評価を行うことができる（例えば特許文献１、特許文献２、および特許文献３を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－２４６６９２号公報

特許文献2：特開２０１３－０１３５６７号公報

特許文献3：特開２０１４－０５０５８９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の測定手法では、測定部位による依存性（例えば測定部位の変化による音速の変化）を考慮した評価指標を得ることができていない。

[0005] そこで、本発明は、測定部位の依存性を考慮した評価指標を得ることができる測定装置、測定方法、および測定プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 測定装置は、皮質骨を含む生体内部に対して超音波を送信してそのエコー信号を受信する送受信部と、皮質骨の長軸方向に略直交して該皮質骨の周囲方向に沿った複数の位置において得られた前記エコー信号から各位置に対応

する前記皮質骨に関する音響特性値をそれぞれ算出する音響特性値算出部と、前記音響特性値算出部によって算出された音響特性値に基づいて、前記皮質骨の状態を示す評価指標を生成する評価指標生成部と、を備えたことを特徴とする。

[0007] このように、測定装置は、各位置において、測定部位による依存性がある音響特性値を算出する。音響特性値は、例えば音速または超音波吸収係数である。測定装置は、算出した音響特性値に基づいて評価指標を生成する。したがって、測定装置は、測定部位依存性を考慮した評価指標を得ることができる。

発明の効果

[0008] この発明によれば、測定部位の依存性を考慮した評価指標を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１（Ａ）は、測定システムの主要構成を示すブロック図であり、図１（Ｂ）は、解析部６３の機能ブロック図である。

[図2]測定用装具の装着態様を示す図である。

[図3]脛骨に対するプローブの超音波の出力態様を示す断面図である。

[図4]測定装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]評価指標の表示例を示した図である。

[図6]音速と骨質指標であるアパタイト配向性の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 図１（Ａ）は、本発明の測定装置を含む測定システムの主要構成を示すブロック図である。図２は、測定用装具１の装着態様を示す図である。図３は、脛骨（皮質骨）に対するプローブ２の超音波の出力態様を示す断面図である。

[0011] 本実施形態では、脛骨２０１の長軸方向をＸ方向、当該方向に直交する方向のうちプローブ２を移動させる方向をＹ方向、当該長軸方向に直交する方向のうちプローブ２から超音波を出力する方向をＺ方向と称する。ただし、

図３に示すように、脛骨２０１の長軸方向は、Ｘ方向に対して多少傾いていてもよい（略平行である）。

[0012] 情報処理装置３は、本発明の測定装置に相当し、例えばパーソナルコンピュータからなる。情報処理装置３は、プローブ２と、測定用装具１の位置検出部５と、表示器８と、に接続される。

[0013] また、情報処理装置３は、送受信部４、信号処理部６、および操作部７を備えている。信号処理部６は、機能的に、信号発生部６１、制御部６２、および解析部６３を備えている。

[0014] 操作部７は、マウスまたはキーボード等からなり、ユーザ（測定者）からの操作を受け付ける。操作部７は、例えば送信設定に関する操作または測定開始の操作を受け付ける。信号処理部６の制御部６２は、操作部７で受け付けた送信設定に関する操作に応じて、送信周波数、パルス幅、または入力電圧等の設定を行う。制御部６２は、設定した内容を信号発生部６１に入力する。信号発生部６１は、入力された設定条件で超音波信号を発生する。送受信部４は、信号発生部６１で発生した超音波信号をプローブ２に出力し、プローブ２から超音波を送信させる。

[0015] 送受信部４は、プローブ２で受信したエコー信号をデジタル信号に変換し、解析部６３へ出力する。

[0016] プローブ２は、測定用装具１に固定される。測定用装具１は、図２に示すように、利用者の四肢に装着される。測定用装具１は、第１固定機構２０、第２固定機構３０、および連結機構５０を備えている。

[0017] 第１固定機構２０は、開口２１を有する。開口２１には、被測定者の脛骨の近位（体幹に近い側）にある特徴骨（例えば頸骨粗面）が嵌められる。第２固定機構３０は、開口３１を有する。開口３１には、被測定者の脛骨の遠位（体幹に遠い側）にある特徴骨（例えばくるぶし、または内果）が嵌められる。これにより、測定用装具１が被測定者の四肢（例えば脚）に固定される。

[0018] 連結機構５０は、第１固定機構２０と第２固定機構３０とを連結する。連

結機構５０は、当該連結機構５０に対して第１固定機構２０および第２固定機構３０をスライドさせるスライド部を有する。連結機構５０は、このスライド部を長軸方向（Ｘ方向）に伸縮させることで、第１固定機構２０と第２固定機構３０との間隔を拡縮可能になっている。これにより、測定用装具１は、被測定者の脛骨２０１の長軸方向の長さに合わせて四肢に装着されるようになっている。

[0019] また、連結機構５０は、プローブ保持機構４０を支持する支持ホルダー１５３を有している。支持ホルダー１５３は、階段形状に形成されている。また、連結機構５０は、支持ホルダー１５３を上下移動可能にするスライドレールを内部に有している。これにより、プローブ保持機構４０のＺ方向（Ｘ－Ｙ平面に垂直な軸方向）の位置を調節することができる。

[0020] プローブ保持機構４０は、プローブ２を脛骨２０１の所定部位に当接可能に保持する。プローブ保持機構４０は、連結機構５０との取り付け箇所である取付ピン１５５を中心にして取り付け角度を変更できるようになっている。

[0021] プローブ保持機構４０の中央部には、開口部４０１が形成されている。プローブ２は、当該開口部４０１から被測定者の表皮に当接される。プローブ２に設けられた超音波振動子は、当該開口部４０１から脛骨２０１に対して超音波を出力する。また、開口部４０１は、この例では、平面視してＹ方向に長軸を有する長方形状となっていて、Ｙ方向にプローブ２を移動させることができるようになっている。

[0022] これにより、プローブ保持機構４０に装着されたプローブ２の測定位置は、測定者の操作に応じて、所望の位置に合わせることができるようになっている。特に、プローブ保持機構４０は、脛骨２０１の長軸方向の中心位置（例えば四肢が脚である場合、脚先と膝の中心位置）付近が測定部位となるように開口部４０１が設定されている。脛骨２０１の長軸方向の中心位置は、軟部組織の厚みが比較的薄く、水平方向に平坦な形状であるため、測定が容易である。

[0023] また、測定用装具１には、位置検出部５が内蔵されている。位置検出部５は、例えばエンコーダからなり、プローブ２のＹ方向の位置を検出する。測定者は、測定用装具１のプローブ保持機構４０を用いてプローブ２を水平方向（Ｙ方向）にスライドさせながら、より具体的には、脛骨２０１の長軸方向に略直交して該皮質骨の周囲方向（以下、説明の簡略化のために、水平方向とする）に沿った複数の位置において測定を行う。これにより、情報処理装置３は、各位置での超音波の送信およびエコー信号の受信を行いつつ、プローブ２の位置情報を取得する。なお、位置検出部５の例としては、エンコーダに限らず、例えばカメラによりプローブを撮影して位置を検出する手法等（例えば特開２０１４－０５０５８９号公報に開示された手法）であってもよい。また、プローブ保持機構４０および位置検出部５は、本発明において必須の構成ではない。例えば測定者が手でプローブ２を保持し、各位置での測定、および位置情報の入力を行ってもよい。

[0024] 解析部６３は、図１（Ｂ）に示すように、音響特性値算出部６３１および評価指標生成部６３２を備えている。音響特性値算出部６３１は、受信したエコー信号を処理して、脛骨２０１に関する音響特性値を算出する。評価指標生成部６３２は、皮質骨の状態を示す評価指標を生成する。評価指標は、例えば、当該音響特性値の位置分布である。音響特性値の例としては、超音波吸収係数または音速が挙げられる。

[0025] 超音波吸収係数は、ある特定の周波数（例えば１ＭＨｚ）の超音波が、単位距離を伝搬した際の吸収減衰の程度を表すもので、ｄＢ／ｃｍ@１ＭＨｚ等の単位で表される。特に、帯域の広い超音波パルス信号の（例えば帯域が２ＭＨｚ～４ＭＨｚ）を送信し、２点間で受信したときに、受信パルス信号のスペクトル比を計算すると、周波数の変化に対する当該比の値の変化（傾き）であるＢＵＡ（Ｂｒｏａｄｂａｎｄ Ｕｌｔｒａｓｏｕｎｄ Ａｂｓｏｒｐｔｉｏｎ）が算出される。当該ＢＵＡは、骨の微細構造に依存する。したがって、解析部６３は、超音波吸収係数として、当該ＢＵＡの位置分布を算出することが好ましい。

[0026] 音速は、海綿骨中を音波が伝搬する速度ＳＯＳ（Ｓｐｅｅｄ　ｏｆ　Ｓｏｕｎｄ）である。特に、超音波が皮質骨中を長軸方向に伝搬する速度であるｃＳＯＳ（ｃｏｒｔｉｃａｌ　Ｓｐｅｅｄ　ｏｆ　Ｓｏｕｎｄ）は、図６に示すように、ミネラルのナノスケールの骨質指標であるアパタイト配向性と強い相関（ｒ＝０．８８９，ｐ＜０．００１）が認められる。図６のグラフの横軸は、アパタイト配向性を示す指標（Ｘ線回折装置における骨中のアパタイト結晶の（００２面）と（３１０）面からの回折強度比として定義）であり、縦軸はｃＳＯＳである。

[0027] 評価指標生成部６３２は、骨質の評価指標として、例えば上記ｃＳＯＳの位置分布を算出する。以下の説明では、ｃＳＯＳを算出する例について説明する。

[0028] ｃＳＯＳは、以下のようにして求められる。まず、図３に示すように、プローブ２には、長軸方向に並ぶ送波用振動子２Ａと複数の受波用振動子２Ｂとを有する。複数の受波用振動子２Ｂは、それぞれ漏洩表面疑似縦波などの漏洩表面波を受波する。

[0029] 漏洩表面波は、送波用振動子２Ａから脛骨２０１に対して斜めに送信された超音波が、軟組織２５０の中を伝播した後に、脛骨２０１に入射し、当該脛骨２０１中を伝搬して、再び軟組織２５０の中に放射されて複数の受波用振動子２Ｂに到達するものである。

[0030] したがって、音響特性値算出部６３１は、複数の受波用振動子２Ｂ間の距離ｘと、各受波用振動子２Ｂで漏洩表面波を受波したタイミングの時間差ｔから、超音波が脛骨２０１中を長軸方向に伝搬する速度であるｃＳＯＳ（＝ｘ／ｔ）を算出する。なお、音響特性値算出部６３１は、脛骨２０１の表面を検出することで、距離ｘの値を補正してもよい。例えば、プローブ２の表面と、脛骨２０１の表面との角度がθ傾いている場合、受波用振動子２Ｂ間の距離ｘ１は、ｘ１＝ｘ・ｃｏｓθと表される。したがって、ｃＳＯＳは、ｃＳＯＳ＝ｘ・ｃｏｓθ／ｔで表される。

[0031] そして、脛骨２０１の骨微細構造は、該脛骨２０１のＹ方向の位置によっ

て異なるため、ｃＳＯＳおよびＢＵＡも、該脛骨２０１の長軸方向に略直交して該脛骨２０１のＹ方向に沿った複数の位置（Ｙ方向の位置変化）に応じて変化する。そこで、本実施形態の測定システムでは、測定者が測定用装具１のプローブ保持機構４０を用いてプローブ２を「周囲方向（Ｙ方向を含む）」にスライドさせながら各位置で測定を行う。評価指標生成部６３２は、位置検出部５からプローブ２の位置情報を取得するとともに、音響特性値算出部６３１で算出された各位置でのｃＳＯＳ（またはＢＵＡ）を入力する。

[0032] 図４のフローチャートを参照しながら解析部６３の動作について説明する。まず、上述したように、送受信部４は、プローブ２から、超音波を送信する（Ｓ１０１）。また、送受信部４は、エコー信号を受信する（Ｓ１０２）。位置検出部５は、プローブ２の位置（Ｙ方向の位置）を検出する（Ｓ１０３）。

[0033] そして、音響特性値算出部６３１は、図３で示した手法により、各位置のｃＳＯＳを算出する（Ｓ１０４）。各位置での測定は、複数回行われる。評価指標生成部６３２は、算出した各位置のｃＳＯＳを集計し、分布として出力する（Ｓ１０５）。この分布は、皮質骨の状態を示す評価指標の一例となる。

[0034] 図５は、表示器８に表示される、評価指標の表示態様の一例を示す図である。同図の表示例において、左上には、被測定者の情報（Ｐａｔｉｅｎｔ ＩＤ）、ｃＳＯＳの値、測定中を示すアイコン画像（Ｍｅａｓｕｒｉｎｇ）、停止を示すアイコン画像（ＳＴＯＰ）が表示されている。左下には、エコー画像が表示されている。

[0035] 測定中を示すアイコン画像（Ｍｅａｓｕｒｉｎｇ）は、測定終了後は、例えば測定開始を指示するためのアイコン画像「ＳＴＡＲＴ」に変化する。測定者は、操作部７を操作して、当該アイコン画像「ＳＴＡＲＴ」を押下すると、測定が開始される。

[0036] 解析部６３で算出された各位置のｃＳＯＳは、同図の右下グラフに示すような分布図として表示される。同図の右下のグラフの横軸は、Ｙ方向の位置

を示し、横軸の左側は、脛骨２０１の外側であり、右側は脛骨２０１の内側である。縦軸は、ｃＳＯＳである。

[0037] 評価指標生成部６３２は、算出したｃＳＯＳの値を、図５に示すような分布図として表示器８に出力する。また、評価指標生成部６３２は、送受信部４で受信したエコー信号のレベルに基づいて、同図の左下に示すように、エコー画像を表示する。

[0038] 図４のフローチャートに戻り、評価指標生成部６３２は、各位置における測定数が基準値以上となったか否かを判断する（Ｓ１０６）。基準値以上でない場合、超音波の送信から処理が繰り返される。評価指標生成部６３２は、基準値以上であると判断した場合、測定者に報知を行う（Ｓ１０７）。報知は、例えば表示器８に画像を表示することにより行われる。例えば、図５の右上に示すように、表示器８に各位置での測定数を示すヒストグラムを表示し、各位置で測定数が基準値以上となった場合に、ヒストグラムを例えばハイライト表示する。各位置での測定は、１回であってもよいが、測定の信頼性および再現性を向上させるために、所定数以上の測定を行うことが好ましい。したがって、情報処理装置３は、測定数が基準値以上となった場合に報知を行う。なお、報知は、例えば音により行われてもよい。測定数が基準値以上となった場合に音が出力されると、測定者は表示器８の画面を見ずに、音を聞くことで被測定者の測定部位を見ながら測定を行うことができる。

[0039] 次に、評価指標生成部６３２は、全ての位置での測定が終了したか否かを判断する（Ｓ１０８）。全ての位置での測定が終了していない場合、超音波の送信から処理が繰り返される。評価指標生成部６３２は、全ての位置での測定が終了したと判断した場合、全体の平均ｃＳＯＳを算出し（Ｓ１０９）、表示器８に表示を行う（Ｓ１１０）。

[0040] 上述したように、骨微細構造は、Ｙ方向（周囲方向）の位置によって異なるため、ｃＳＯＳも、Ｙ方向の位置変化に応じて変化する。そこで、解析部６３は、算出した各位置のｃＳＯＳを平均化し、平均ｃＳＯＳを算出する。算出した平均ｃＳＯＳは、図５の左上に示すように、表示器８に表示される

。

[0041] 評価指標生成部６３２は、まず各位置でのｃＳＯＳの代表値（例えば平均値あるいは中央値）を決定し、各位置での代表値の平均値（代表平均値）を平均ｃＳＯＳとする。平均ｃＳＯＳも、皮質骨の状態を示す評価指標の一例となる。

[0042] また、評価指標生成部６３２は、各代表値を単位長さで平均化し、当該単位長さで平均化した代表値（単位長さ平均値）に基づいて、評価指標を生成する態様であってもよい。単位長さ平均値は、以下の数式に示すように、各位置のｃＳＯＳの代表値を加算し、全体の長さ（Ｌ）で除算した値である。この場合、各位置での測定サンプル数のばらつきに依存しない平均値を求めることができる。

[0043] [数1]

$$\frac{1}{L} \bullet \sum_{i=1}^{n} cSOSi \bullet \Delta x$$

[0044] なお、評価指標生成部６３２は、平均ｃＳＯＳの算出に、予め定められた範囲にある音響特性値を選択的に用い、信頼性の低い測定結果（規定範囲外の値）を採用しないことが好ましい。例えば、規定範囲は、各位置での平均値と標準偏差から統計処理により決定することが好ましい。規定範囲外の値とは、例えば、各位置で算出されたｃＳＯＳのうち、特異的に大きい値または小さい値である。また、エコー信号の振幅が所定範囲内である場合の測定結果を用いる、あるいは、漏洩表面波の波形が所定のパターン（リファレンスとの相関が所定範囲内）である場合の測定結果を用いる、等であってもよい。なお、各位置の規定範囲は、全体の分布を算出した後に設定することが好ましい。例えば、図５の例では、３ｍｍの位置におけるｃＳＯＳの最も低い値は、約３７００（ｍ／ｓ）であり、１５ｍｍの位置におけるｃＳＯＳの最も低い値も、約３７００（ｍ／ｓ）であり、両者は同程度の値である。しかし、３ｍｍの位置では、３７００（ｍ／ｓ）の値は、他の測定値と近い値であるため、規定範囲内となる。これに対し、１５ｍｍの位置では、３７０

０（ｍ／ｓ）の値は、他の測定値に対して特異的に小さい値であるため、規定範囲外となり、平均ｃＳＯＳの算出には用いられない。

[0045] 以上のように、解析部６３は、位置検出部５でプローブの測定位置を検出するとともに、各位置において、測定部位による依存性がある指標として、例えばｃＳＯＳを算出する。また、解析部６３は、ｃＳＯＳ等の測定部位による依存性がある指標を、位置分布として出力したり、全体としての平均ｃＳＯＳを算出したりすることで、測定部位依存性を考慮した評価指標を生成することができる。

[0046] なお、本実施形態では、脛骨の長軸方向（Ｘ方向）に対して略直交して該皮質骨の周囲（Ｙ方向）に沿った各位置での音響特性値を算出する態様を示したが、厳密にＸ方向に対して９０°となる方向の各位置を測定する必要はない。例えばＸ方向に対して９０±１０°程度ずれた方向（好ましくは９０±３°程度ずれた方向）であっても、音響特性値の部位依存性を考慮した評価指標を求めることができる。

符号の説明

[0047] １…測定用装具

２…プローブ

２Ａ…送波用振動子

２Ｂ…受波用振動子

３…情報処理装置

４…送受信部

５…位置検出部

６…信号処理部

７…操作部

８…表示器

２０…第１固定機構

２１…開口

３０…第２固定機構

３１…開口

４０…プローブ保持機構

５０…連結機構

６１…信号発生部

６２…制御部

６３…解析部

１５３…支持ホルダー

１５５…取付ピン

２０１…脛骨（皮質骨）

４０１…開口部

請求の範囲

[請求項1] 皮質骨を含む生体内部に対して超音波を送信してそのエコー信号を受信する送受信部と、

皮質骨の長軸方向に略直交して該皮質骨の周囲方向に沿った複数の位置において得られた前記エコー信号から各位置に対応する前記皮質骨に関する音響特性値をそれぞれ算出する音響特性値算出部と、

前記音響特性値算出部によって算出された音響特性値に基づいて、前記皮質骨の状態を示す評価指標を生成する評価指標生成部と、

を備えたことを特徴とする測定装置。

[請求項2] 請求項１に記載の測定装置において、

前記音響特性値は、同じ位置での複数回の前記超音波の送受信によって得られたエコー信号から算出されることを特徴とする測定装置。

[請求項3] 請求項１または請求項２に記載の測定装置において、

前記評価指標生成部は、前記各位置における前記音響特性値の代表値を決定し、当該決定した前記代表値をさらに全体で平均化した代表平均値に基づいて、前記評価指標を生成することを特徴とする測定装置。

[請求項4] 請求項１乃至請求項３のいずれかに記載の測定装置において、

前記評価指標生成部は、前記各位置における前記音響特性値の代表値を決定し、当該決定した前記代表値を単位長さで平均化した単位長さ平均値に基づいて、前記評価指標を生成することを特徴とする測定装置。

[請求項5] 請求項１乃至請求項４のいずれかに記載の測定装置において、

前記評価指標生成部は、前記各音響特性値のうち、予め定められた範囲にある音響特性値を選択的に用いることを特徴とする測定装置。

[請求項6] 請求項１乃至請求項５のいずれかに記載の測定装置において、

前記複数の位置を検出する位置検出部をさらに備えたことを特徴とする測定装置。

[請求項7] 請求項１乃至請求項６のいずれかに記載の測定装置において、

前記各音響特性値をその位置関係に対応させて表示する表示部をさらに備えたことを特徴とする測定装置。

[請求項8] 請求項１乃至請求項７のいずれかに記載の測定装置において、

前記音速は、前記皮質骨を前記長軸方向に超音波が伝搬する速度であることを特徴とする測定装置。

[請求項9] 請求項１乃至請求項８のいずれかに記載の測定装置において、

前記音響特性値は、超音波吸収係数であることを特徴とする測定装置。

[請求項10] 請求項１乃至請求項９のいずれかに記載の測定装置において、

各位置における測定回数が所定回数以上となった場合に、報知を行う報知部を備えたことを特徴とする測定装置。

[請求項11] 皮質骨を含む生体内部に対して超音波を送信してそのエコー信号を受信し、

皮質骨の長軸方向に略直交して該皮質骨の周囲方向に沿った複数の位置において得られた前記エコー信号から各位置に対応する前記皮質骨に関する音響特性値をそれぞれ算出し、

算出された音響特性値に基づいて、前記皮質骨の状態を示す評価指標を生成する、

ことを特徴とする測定方法。

[請求項12] 皮質骨を含む生体内部に対して超音波を送信してそのエコー信号を受信する送受信ステップと、

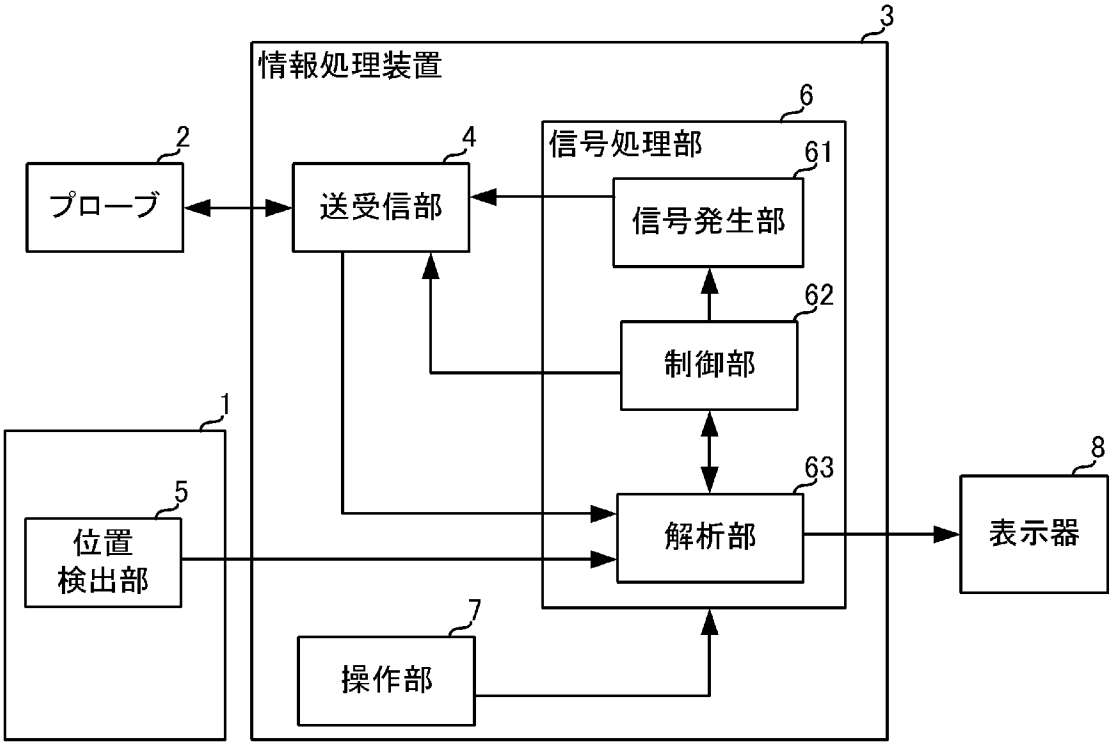
皮質骨の長軸方向に略直交して該皮質骨の周囲方向に沿った複数の位置において得られた前記エコー信号から各位置に対応する前記皮質骨に関する音響特性値をそれぞれ算出する音響特性値算出ステップと、

前記音響特性値算出ステップによって算出された音響特性値に基づいて、前記皮質骨の状態を示す評価指標を生成する評価指標生成ステ

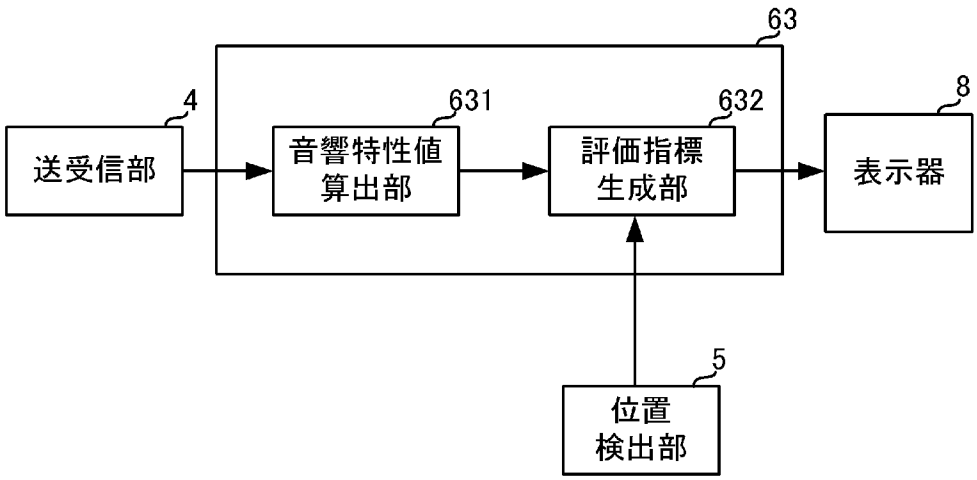
ップと、

をコンピュータに実行させることを特徴とする測定プログラム。

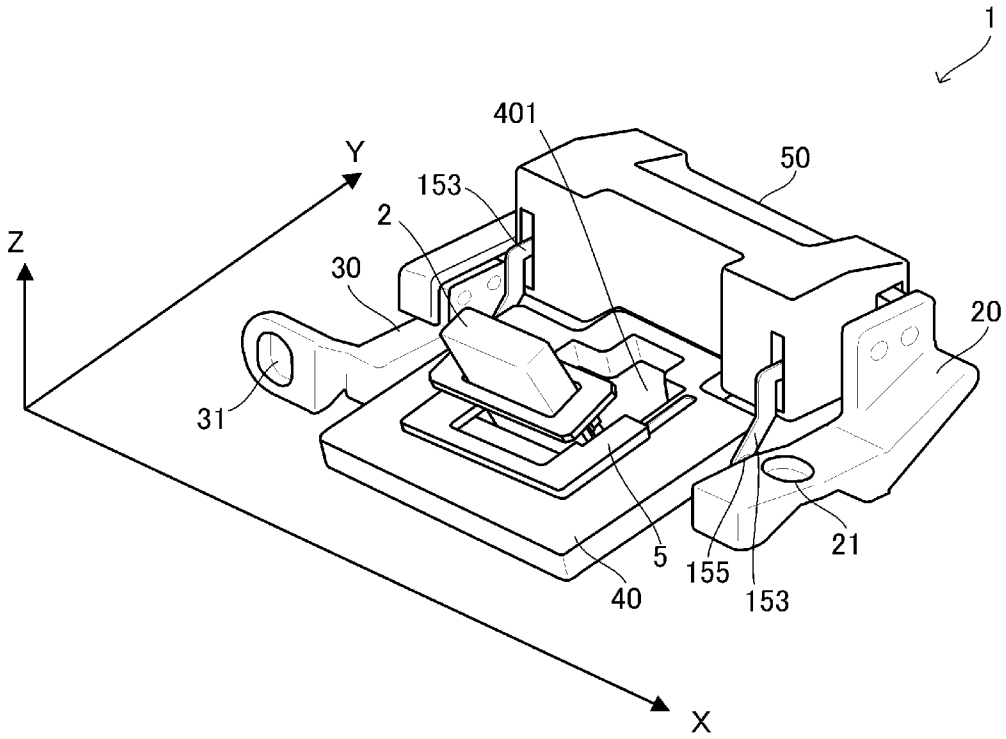
[図1]


3
情報処理装置
6
信号処理部
2
プローブ
4
送受信部
61
信号発生部
62
制御部
1
5
位置
検出部
63
解析部
8
表示器
7
操作部

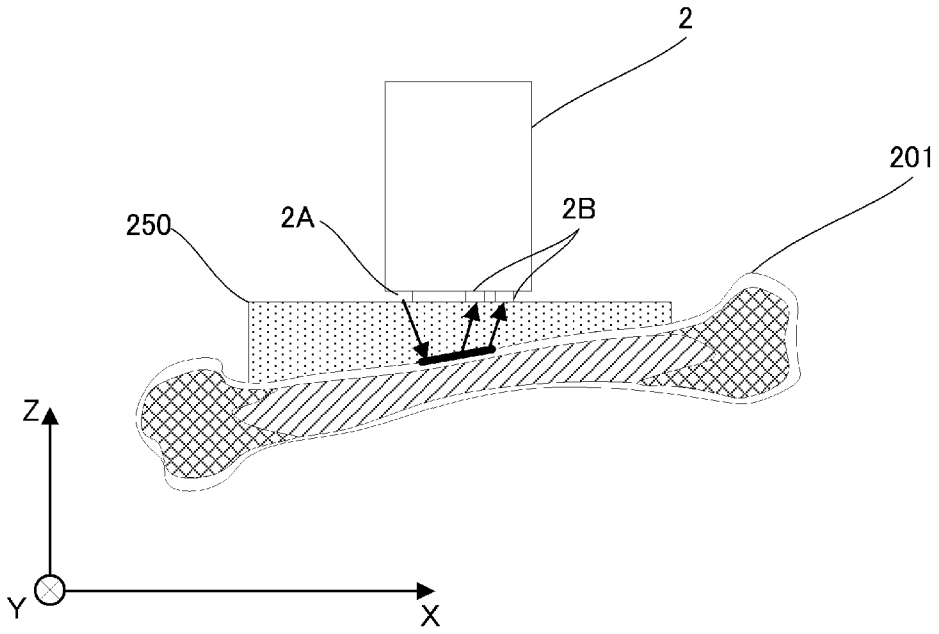
(B)


63
4
送受信部
631
音響特性値
算出部
632
評価指標
生成部
8
表示器
5
位置
検出部

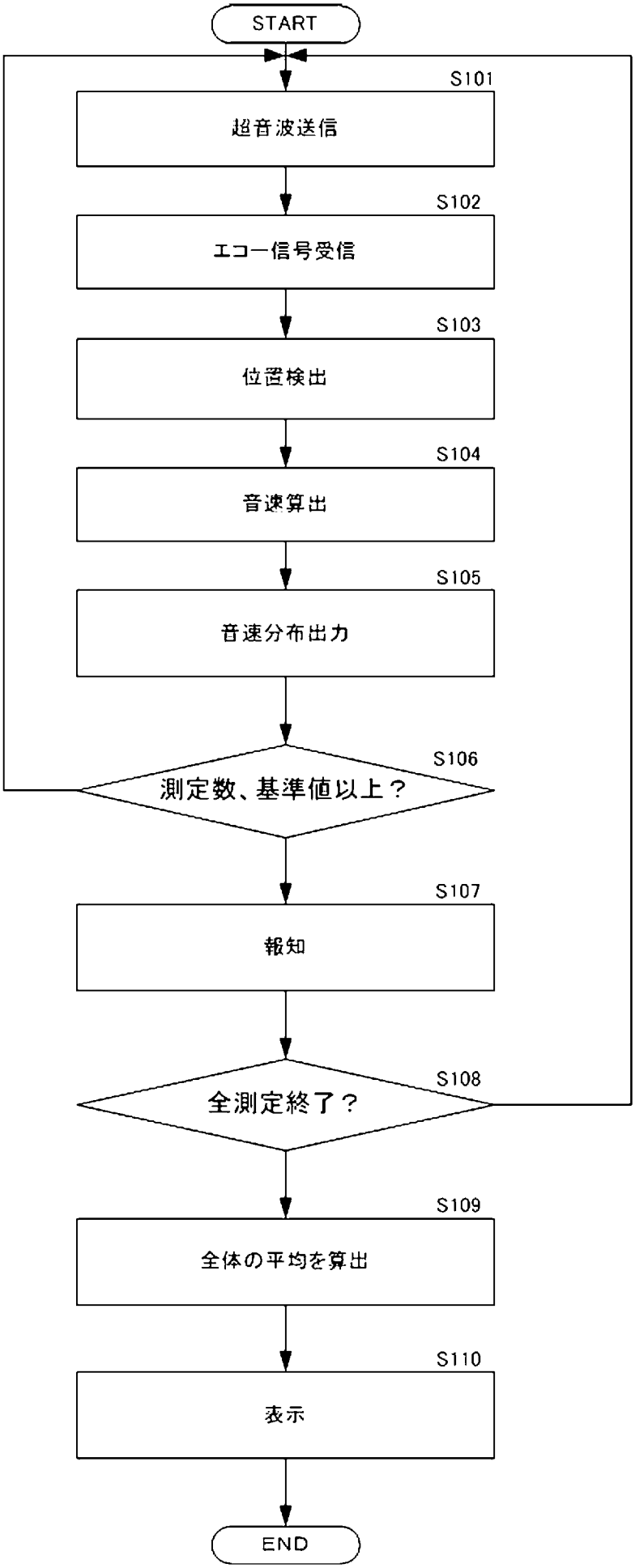
[図2]



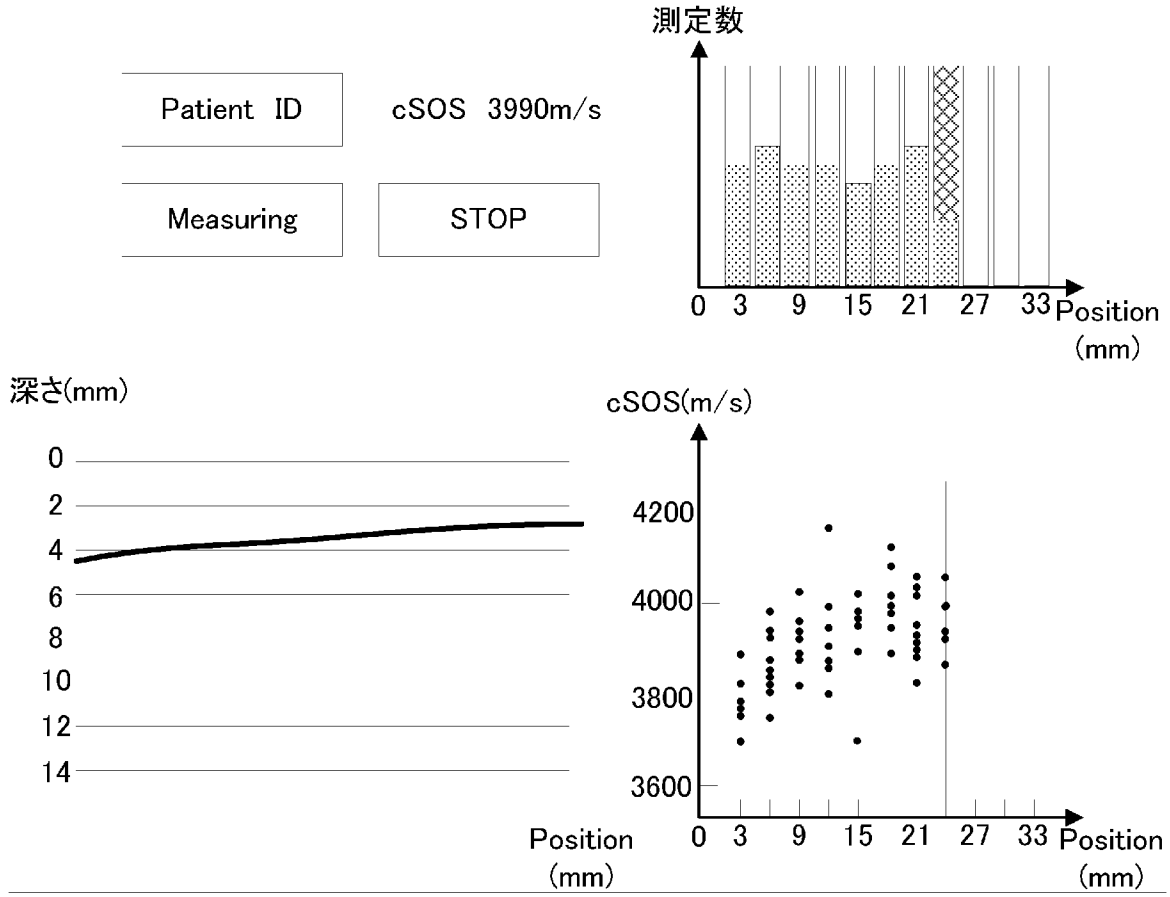
[図3]



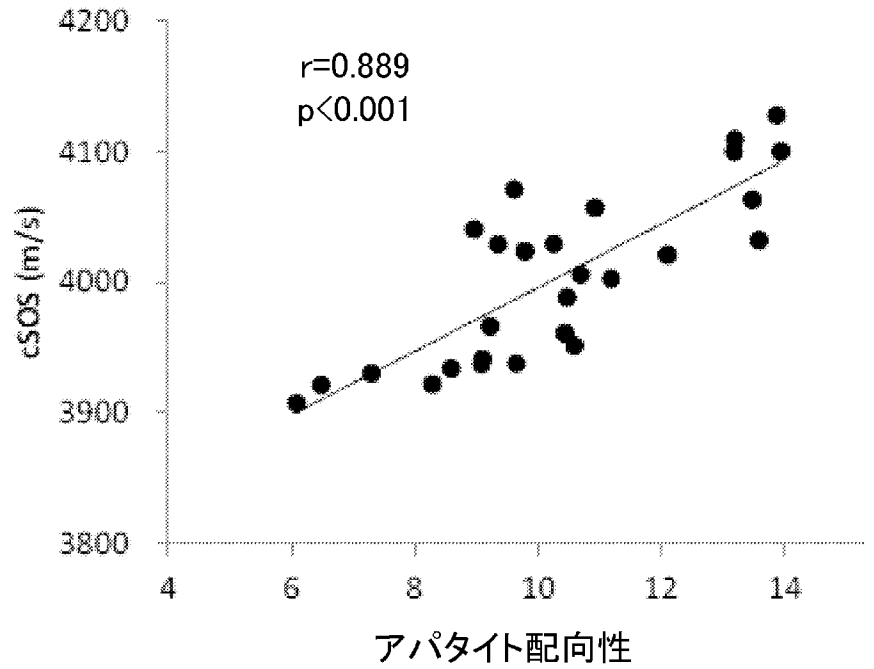
[図4]


START
S101
超音波送信
S102
エコー信号受信
S103
位置検出
S104
音速算出
S105
音速分布出力
S106
測定数、基準値以上？
S107
報知
S108
全測定終了？
S109
全体の平均を算出
S110
表示
END

[図5]


Patient ID
cSOS 3990m/s
Measuring
STOP
測定数
0 3 9 15 21 27 33
Position
(mm)
深さ(mm)
0
2
4
6
8
10
12
14
cSOS(m/s)
4200
4000
3800
3600
Position
(mm)
0 3 9 15 21 27 33
Position
(mm)

[図6]


r=0.889
p<0.001
cSOS (m/s)
4200
4100
4000
3900
3800
4
6
8
10
12
14
アパタイト配向性

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/074330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B8/08(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)
A61B8/08

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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.
A	WO 2014/087776 A1 (Furuno Electric Co., Ltd.), 12 June 2014 (12.06.2014), paragraphs [0050] to [0134] & CN 104837411 A	1-12
A	JP 2014-50589 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 20 March 2014 (20.03.2014), claims 1 to 14; paragraphs [0036] to [0109]; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-12
A	JP 2013-13567 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 24 January 2013 (24.01.2013), claims 1 to 13; paragraphs [0035] to [0063]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-12

☐ 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	Date of mailing of the international search report
13 December 2016 (13.12.16)	27 December 2016 (27.12.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７４３３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B8/08(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.　A61B8/08

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
A	WO 2014/087776 A1（古野電気株式会社）2014.06.12, 段落[0050]-[0134] & CN 104837411 A	1-12
A	JP 2014-50589 A（古野電気株式会社）2014.03.20, 請求項1-14,段落[0036]-[0109],第1-10図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2013-13567 A（古野電気株式会社）2013.01.24, 請求項1-13,段落[0035]-[0063],第1-5図（ファミリーなし）	1-12

☐　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の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 １３．１２．２０１６	国際調査報告の発送日 ２７．１２．２０１６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｕ　９２０８ 宮川　哲伸 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２