

(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
2020年6月11日(11.06.2020)



(10) 国際公開番号

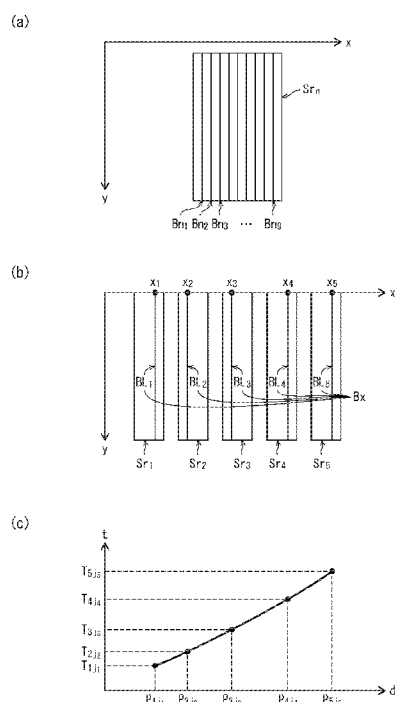
WO 2020/116124 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 8/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044808
- (22) 国際出願日: 2019年11月15日(15.11.2019)
- (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 2018-228687 2018年12月6日(06.12.2018) JP
- (71) 出願人: コニカ ミノルタ 株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 布施 優(FUSE, Masaru).
- (74) 代理人: 特許業務法人 ナカジマ 知的財産総合事務所 (NAKAJIMA & ASSOCIATES IP FIRM); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号淀川5番館6F Osaka (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: ULTRASOUND SIGNAL PROCESSING DEVICE, ULTRASOUND DIAGNOSTIC DEVICE, AND ULTRASOUND SIGNAL PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 超音波信号処理装置、超音波診断装置、および、超音波信号処理方法



(57) Abstract: In order to improve the accuracy of displacement amount detection during ultrasound elastic modulus measurement and to thereby improve the reliability of elastic modulus measurement results, an ultrasound probe is caused to transmit push waves, and, after the transmission of the push waves, the ultrasound probe is caused to transmit detection waves that pass through a region of interest indicating an area to be analyzed of the subject. Ultrasound reflected from the region of interest in correspondence to the detection waves are received and converted into a reception signal using the ultrasound probe. With respect to each of a plurality of positions in the region of interest, phasing addition is performed to generate an acoustic line signal. From a plurality of positions in the region of interest, a plurality of target regions comprising observation points with relatively high signal quality of the corresponding acoustic line signals are extracted, and a target group including the plurality of target regions is set as the object of propagation analysis. On the basis of the acoustic line signal corresponding to each of a plurality of observation points included in the target group, mechanical characteristics of the subject in the region of interest are calculated.

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

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：超音波弾性率計測において、変位量の検出精度を向上させることで、弾性率計測結果の信頼性を向上させる。プッシュ波を超音波プローブに送信させ、前記プッシュ波の送信に続き、前記被検体内の解析対象範囲を示す関心領域を通過する検出波を前記超音波プローブに送信させ、前記超音波プローブを用いて前記検出波に対応して前記関心領域から反射された超音波を受信し受信信号に変換し、前記関心領域内の複数の位置のそれぞれについて整相加算を行って音響線信号を生成し、前記関心領域内の複数の位置から、対応する音響線信号の信号品質が相対的に高い観測点からなる複数の対象領域を抽出し、前記複数の対象領域を含む対象群を伝播解析の対象として設定し、前記対象群に含まれる複数の観測点のそれぞれに対応する音響線信号に基づいて、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する。

明 細 書

発明の名称：

超音波信号処理装置、超音波診断装置、および、超音波信号処理方法 技術分野

[0001] 本開示は、超音波診断装置、および、超音波信号処理方法に関し、特に、せん断波を用いた組織内のせん断波の伝播解析、および、組織の機械的特性の評価に関する。

背景技術

[0002] 超音波診断装置は、超音波プローブを構成する複数の振動子から被検体内部に超音波を送信し、被検体組織の音響インピーダンスの差異により生じる超音波反射波（エコー）を受信し、得られた電気信号に基づいて被検体の内部組織の構造を示す超音波断層画像を生成して表示する医療用検査装置である。

[0003] 近年、この超音波診断の技術を応用した組織の機械的特性の評価（SWSM：Shear Wave Speed Measurement、以後「せん断波速度計測」とする）が広く検査に用いられている。臓器や体組織内に発見された腫瘍の硬さなどを非侵襲かつ簡易に計測することができるために、癌のスクリーニング検査において腫瘍の硬さを調べることや、肝臓疾患の検査において肝線維化の評価に用いることができ有用である。

[0004] このせん断波速度計測では、被検体内の関心領域（ROI：Region of Interest）を定めると共に、複数の振動子から被検体内の特定部位に超音波を集束させたプッシュ波（集束超音波、又は、ARFI：Acoustic Radiation Force Impulse）を送信した後、検出用の超音波（以後、「検出波」とする）の送信と反射波の受信とを複数回繰り返して、プッシュ波の音響放射圧により生じたせん断波の伝播解析を行うことにより組織の機械的特性を表すせん断波の伝播速度を算出して、例えば、弾性画像に代表される、組織の機械的特性のマップを表示することができる（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許出願公開第2010/022678号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] せん断波の伝播解析を行う代表的な方法としては、被検体内の複数の位置においてせん断波の伝播方向と直交する方向の変位を検出し、変位ピーク位置の時系列的な移動をせん断波の波面の移動として検出する方法がある。この方法において検出精度を上げるためには、変位のピーク時刻の検出精度を向上させ、変位量の検出精度を向上させる必要がある。しかしながら、被検体内では位置により検出波の反射超音波に基づく音響線信号の信号品質にばらつきがあり、信号品質の低い音響線信号を使用すると変位の検出精度に影響を及ぼすという課題がある。

[0007] 本開示は、上記課題に鑑みてなされたものであり、せん断波速度計測において、変位量の検出精度を向上させることで、得られた組織の機械的特性の信頼性を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様に係る超音波信号処理装置は、被検体内に変位を発生させるためのプッシュ波を超音波プローブに送信させるプッシュ波送信部と、前記プッシュ波の送信に続き、前記被検体内の解析対象範囲を示す関心領域を通過する検出波を前記超音波プローブに送信させる超音波送信部と、前記超音波プローブを用いて前記検出波に対応して前記関心領域から反射された超音波を受信し受信信号に変換する検出波受信部と、前記関心領域内の複数の位置のそれぞれについて整相加算を行って音響線信号を生成する整相加算部と、前記関心領域内の複数の位置から、対応する音響線信号の信号品質が相対的に高い観測点からなる複数の対象領域を抽出し、前記複数の対象領域を含む対象群を伝播解析の対象として設定する対象群設定部と、前記対象群に

含まれる複数の観測点のそれぞれに対応する音響線信号に基づいて、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する機械的特性算出部とを備える。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、上記構成により、超音波弾性率計測において、関心領域のうち、音響線信号の品質に基づいて設定された観測点から取得された音響線信号に基づいて被検体の機械的特性が算出される。したがって、変位量の検出精度を向上させることで、弾性率計測結果の信頼性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態に係る超音波診断装置100におけるせん断波速度計測法によるSWSシーケンスの概要を示す概略図である。

[図2]超音波診断装置100を含む超音波診断システム1000の機能ブロック図である。

[図3] (a)は、プッシュ波生成部103で発生させるプッシュ波の送信焦点Fの位置を示す模式図、(b)は、検出波生成部104で発生させる検出波パルスの一例の構成概要を示す模式図である。

[図4] (a)は、送信ビームフォーマ部105の構成を示す機能ブロック図、(b)は、受信ビームフォーマ部107の構成を示す機能ブロック図である。

[図5] (a)は、検出波送信の概要を示す模式図、(b)は、反射検出波受信の概要を示す模式図である。

[図6] (a)は、部分領域 S_{rn} 内の対象線候補領域 B_{np} の概要を示す模式図、(b)は、対象群 B_x の概要を示す模式図、(c)は、せん断波の速度検出の概要を示す模式図である。

[図7]超音波診断装置100における超音波弾性率算出の動作を示すフローチャートである。

[図8]超音波診断装置100における対象群 B_x の設定動作を示すフローチャ

ートである。

[図9] (a) ~ (c) はいずれも、超音波診断装置 100 における弾性画像の例である。

[図10]変形例に係る、対象群 B x の設定動作を示すフローチャートである。

[図11] (a) は、せん断波の伝播解析の概要を示す模式図であり、(b) は、せん断波の速度検出の概要を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 《発明を実施するための形態に至った経緯》

発明者は、せん断波速度計測において、測定精度を向上させるために各種の検討を行った。

[0012] 上述の通り、せん断波速度計測では、プッシュ波によって被検体内にせん断波を励起して、せん断波の伝播状態を計測することによって機械的特性の評価を行う。なぜならば、例えば、組織の弾性率（ヤング率）は、せん断波の伝播速度の 2 乗に略比例するからである。そこで、せん断波速度計測では、プッシュ波の送信に続けて、検出波の送受信を繰り返し行うことにより、被検体内の変位を検出し、その時系列的変化を解析することによりせん断波の波面の位置を推定する。そして、波面の移動速度をせん断波の移動速度として機械的特性の評価を行う。

[0013] せん断波の波面の位置推定としては、被検体内に複数の観測点を設け、各観測点において変位量が最大（ピーク）となった時刻（以下、「ピーク時刻」と呼ぶ）を検出して、ピーク時刻に観測点をせん断波の波面を通過したとみなす方法が一般的である。図 11 (a) は、せん断波の波面の位置推定の動作の一例を示す模式図である。せん断波は、プッシュ波の焦点 F P から、深さ方向と略直交する向きに伝播するため、直線状領域 L 1 上の観測点 P 1 1、直線状領域 L 2 上の観測点 P 2 1、直線状領域 L 3 上の観測点 P 3 1、直線状領域 L 4 上の観測点 P 4 1 の順に通過する。なお、直線状領域 L 1、L 2、L 3、L 4 は深さ方向 y に延伸する直線状の領域であり、x 方向に所定の間隔 Δx をあけて配置されている。所定の間隔 Δx は、検出波の送受信

間隔およびせん断波の推定速度に照らし、過度に狭くならないよう設定される。このとき、観測点 P 1 1、P 2 1、P 3 1、P 4 1 におけるピーク時刻をそれぞれ算出し、ピーク時刻に観測点をせん断波の波面を通過したとみなす。このような処理により、例えば、図 1 1 (b) の模式図に示すような伝播解析が可能となる。図 1 1 (b) の模式図では、せん断波の伝播経路を d 軸として横軸として、ピーク時刻を縦軸としている。そして、観測点 P 1 1 と観測点 P 1 2 との距離 $\Delta d 1$ で、ピーク時刻の時間差 $\Delta t 1$ を除することにより、観測点 P 1 1 と観測点 P 1 2 との間のせん断波速度を推定することができる。

[0014] 機械的特性の測定精度を向上させるに当たっては、変位量の検出精度を向上させることが有効である。変位量の検出精度は、観測点における変位の大きさと、観測点からの反射検出波の信号品質、すなわち、反射検出波の大きさ（振幅）および信号対雑音比（S N R ; Signal to Noise Ratio）に依存する。しかしながら、観測点における変位を大きくするためには、プッシュパルスにより励起される変位を大きくする必要があるが生じるが、超音波を用いた検査の非侵襲性を担保する意味においても、超音波プローブの出力に限りがある意味においても、限界が生じる。また、観測点からの反射超音波の信号品質は観測点及びその周囲の音響特性に影響されるため、検出波の送受信前に評価することが困難であり、また、予備的に観測点を増加させると、音響線信号データの量も、それを生成するための演算量も莫大になる。そこで、観測点からの反射検出波の信号品質を向上させることで、本開示に係る超音波信号処理装置、超音波診断装置、および、超音波信号処理方法に想到するに至ったものである。

[0015] 以下、実施の形態に係る超音波画像処理方法及びそれを用いた超音波診断装置について図面を用いて詳細に説明する。

[0016] 《実施の形態》

超音波診断装置 1 0 0 は、せん断波速度計測法により組織の弾性率を表すせん断波の伝播速度を算出する処理を行う。図 1 は、超音波診断装置 1 0 0

における、せん断波速度計測法によるSWSシーケンスの概要を示す概略図である。図1中央の枠に示すように、超音波診断装置100の処理は、「基準検出波パルス送受信」、「プッシュ波パルス送信」、「検出波パルス送受信」、「弾性率算出」の工程から構成される。

[0017] 「基準検出波パルス送受信」の工程では、超音波プローブに基準検出波パルス p_{w0} を送信して、複数の振動子に被検体中の関心領域 roi に対応する範囲に検出波 p_{w0} の送信と反射波 e_c の受信とを行わせて、組織の初期位置の基準となる音響線信号を生成する。

[0018] 「プッシュ波パルス送信」の工程では、超音波プローブにプッシュ波パルス p_{pp} を送信して、複数の振動子に被検体内の特定部位に超音波を収束させたプッシュ波 p_p を送信させて、被検体組織にせん断波を励起させる。

[0019] その後、「検出波パルス送受信」の工程で、超音波プローブに検出波パルス p_{wl} を送信し、複数の振動子に検出波 p_{wl} の送信と反射波 e_c の受信とを複数回行わせることで、せん断波の伝播状態を計測する。「弾性率算出」の工程では、まず、せん断波の伝播に伴う組織の変位分布 p_{t1} を時系列に算出して、次に、変位分布 p_{t1} の時系列な変化から組織の弾性率を表すせん断波の伝播速度を算出するせん断波伝播解析を行い、最後に、弾性率分布を画像化し弾性画像として表示する。なお、ここでは「弾性率算出」の工程としたが、評価する機械的特性は弾性率に限られず、せん断波速度から算出可能な任意の機械的特性を評価する工程を行ってよい。

[0020] 以上に示した、プッシュ波 p_p 送信に基づく1回のせん断波の励起に伴う一連の工程を、「SWSシーケンス」(SWS: Shear Wave Speed)と呼ぶ。

[0021] <超音波診断システム1000>

1. 装置概要

実施の形態に係る超音波診断装置100を含む超音波診断システム1000について、図面を参照しながら説明する。図2は、実施の形態に係る超音波診断システム1000の機能ブロック図である。図2に示すように、超音

波診断システム１０００は、被検体に向けて超音波を送信し、その反射波を受信する複数の振動子（振動子列）１０１aが先端表面に列設された超音波プローブ１０１（以下、「プローブ１０１」とする）、プローブ１０１に超音波の送受信を行わせプローブ１０１からの出力信号に基づき超音波信号を生成する超音波診断装置１００、検査者からの操作入力を受け付ける操作入力部１０２、超音波画像を画面上に表示する表示部１１５を有する。プローブ１０１、操作入力部１０２、表示部１１５は、それぞれ、超音波診断装置１００に各々接続可能に構成されている。

[0022] 次に、超音波診断装置１００に外部接続される各要素について説明する。

[0023] ２．プローブ１０１

プローブ１０１は、例えば一次元方向（以下、「振動子列方向」とする）に配列された複数の振動子１０１aからなる振動子列（１０１a）を有する。プローブ１０１は、後述の送信ビームフォーマ部１０５から供給されたパルス状の電気信号（以下、「送信信号」とする）をパルス状の超音波に変換する。プローブ１０１は、プローブ１０１の振動子側外表面を超音波ジェル等を介して被検体の皮膚表面に当てた状態で、複数の振動子から発せられる複数の超音波からなる超音波ビームを測定対象に向けて送信する。そして、プローブ１０１は、被検体からの複数の反射検出波（以下、「反射波」とする）を受信し、複数の振動子１０１aによりこれら反射波をそれぞれ電気信号に変換して超音波診断装置１００に供給する。

[0024] ３．操作入力部１０２

操作入力部１０２は、検査者からの超音波診断装置１００に対する各種設定・操作等の各種操作入力を受け付け、超音波診断装置１００の制御部１１４に出力する。

[0025] 操作入力部１０２は、例えば、表示部１１５と一体に構成されたタッチパネルであってもよい。この場合、表示部１１５に表示された操作キーに対してタッチ操作やドラッグ操作を行うことで超音波診断装置１００の各種設定・操作を行うことができ、超音波診断装置１００がこのタッチパネルにより

操作可能に構成される。また、操作入力部 102 は、例えば、各種操作のキーを有するキーボードや、各種操作のボタン、レバー等を有する操作パネルやマウス等であってもよい。

[0026] 4. 表示部 115

表示部 115 は、いわゆる画像表示用の表示装置であって、後述する表示制御部 113 からの画像出力を画面に表示する。表示部 115 には、液晶ディスプレイ、CRT、有機ELディスプレイ等を用いることができる。

[0027] <超音波診断装置 100 の構成概要>

次に、実施の形態に係る超音波診断装置 100 について説明する。

[0028] 超音波診断装置 100 は、プローブ 101 の複数ある振動子 101a のうち、送信又は受信の際に用いる振動子を各々に選択し、選択された振動子に対する入出力を確保するマルチプレクサ部 106、超音波の送信を行うためにプローブ 101 の各振動子 101a に対する高電圧印加のタイミングを制御する送信ビームフォーマ部 105 と、プローブ 101 で受信した反射波に基づき、受信ビームフォーミングして音響線信号を生成する受信ビームフォーマ部 107 を有する。

[0029] また、複数の振動子 101a にプッシュ波パルス p p p を送信させるプッシュ波生成部 103、プッシュ波パルス p p p に続き検出波パルス p w p l を複数 (m) 回送信させる検出波生成部 104 を有する。

[0030] また、受信ビームフォーマ部 107 が出力する音響線信号を保存するデータ格納部 108、音響線信号から被検体とプローブ 101 との相対移動を検出する動き検知部 111、音響線信号から B モード画像を生成する B モード画像生成部 112、音響線信号の信号品質を基準としてせん断波の伝播解析の対象群を設定する対象群設定部 109、せん断波の伝播解析を行う速度算出部 110、B モード画像と伝播解析結果から表示画像を構成して表示部 115 に表示させる表示制御部 113、さらに、操作入力部 102 からの操作入力に基づき被検体内の解析対象範囲を表す関心領域 r o i を設定するとともに、各構成要素を制御する制御部 114 を備える。

[0031] このうち、マルチプレクサ部 106、送信ビームフォーマ部 105、受信ビームフォーマ部 107、プッシュ波生成部 103、検出波生成部 104、対象群設定部 109、速度算出部 110、制御部 114 は、超音波信号処理回路 150 を構成する。

[0032] 超音波信号処理回路 150 を構成する各要素、動き検知部 111、Bモード画像生成部 112、表示制御部 113 は、それぞれ、例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) などのハードウェア回路により実現される。あるいは、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) などのプロセッサとソフトウェアにより実現される構成であってもよく、特に GPU を用いた構成は GPGPU (General-Purpose computing on Graphics Processing Unit) と呼ばれる。これらの構成要素は一個の回路部品とすることができし、複数の回路部品の集合体にすることもできる。また、複数の構成要素を組合せて一個の回路部品とすることができし、複数の回路部品の集合体にすることもできる。

[0033] データ格納部 108 は、コンピュータで読み取り可能な記録媒体であり、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、MO、DVD、BD、半導体メモリ等を用いることができる。また、データ格納部 108 は、超音波診断装置 100 に外部から接続された記憶装置であってもよい。

[0034] なお、本実施の形態 1 に係る超音波診断装置 100 は、図 1 で示した構成の超音波診断装置に限定されない。例えば、マルチプレクサ部 106 が不要な構成もあるし、プローブ 101 に送信ビームフォーマ部 105 や受信ビームフォーマ部 107、またその一部などが内蔵される構成であってもよい。

[0035] <超音波診断装置 100 の各部構成>

次に、超音波診断装置 100 に含まれる各ブロックの構成について説明する。

[0036] 1. 制御部 114

一般に、表示部 115 にプローブ 101 によりリアルタイムに取得された

被検体の断層画像であるBモード画像が表示されている状態において、操作者は、表示部115に表示されているBモード画像を指標として、被検体内の解析対象範囲を指定し操作入力部102に入力する。制御部114は、操作入力部102から操作者により指定された情報を入力として設定する。このとき、制御部114は、被検体内の解析対象範囲をあらわす関心領域 roi をプローブ101にある複数の振動子101aからなる振動子列(101a)の位置を基準に設定してもよい。例えば、関心領域 roi は、複数の振動子101aからなる振動子列(101a)を含む検出波照射領域 A_x 内の全部又は一部領域であってもよい。

[0037] また、制御部114は、操作入力部102からの指令に基づき、後述する超音波診断装置100の他のブロックの制御を行う。

[0038] 2. プッシュ波生成部103

プッシュ波生成部103は、制御部114から関心領域 roi を示す情報を取得し、関心領域 roi の近傍又は内部の所定位置に特定点を設定する。そして、複数の振動子101aに送信ビームフォーマ部105からプッシュ波パルス ppp を送信させることにより、複数の振動子101aに特定点(以下、「送信焦点 FP 」とする。)に対応する被検体中の特定部位に超音波ビームが集束するプッシュ波 pp を送信させる。これにより、被検体中の特定部位にせん断波を励起させる。なお、ここでは特定点の数は1であるとしたが、上記に限定されず、例えば、 n 個の送信焦点 FP_k ($k=1\sim n$)に対応する n 個の被検体中の特定部位それぞれに収束するプッシュ波 pp_k ($k=1\sim n$)を順次送信させるとしてもよい。

[0039] 具体的には、プッシュ波生成部103は、関心領域 roi を示す情報に基づき、プッシュ波の送信焦点 FP の位置とプッシュ波 ppp を送信させる振動子列(以後、「プッシュ波送信振動子列 P_x 」とする)を以下に示すように決定する。

[0040] 図3(a)は、プッシュ波生成部103で発生させるプッシュ波 ppp の送信焦点 FP の位置を示す模式図である。関心領域 roi の列方向長さ w 及

び被検体深さ方向の長さ h が、それぞれ平面波による超音波照射範囲の列方向長さ a 及び被検体深さ方向の長さ b 以下であり、超音波照射範囲の中心付近に関心領域 roi が設定される場合を例に説明する。本実施の形態では、図3(a)に示すように、送信焦点 FP の列方向送信焦点位置 fx は関心領域 roi の列方向中心位置 wc と一致する構成とした。

[0041] また、プッシュ波送信振動子列 Px は、深さ方向送信焦点位置 fy に基づき設定される。本実施の形態では、プッシュ波パルス送信振動子列 Px の長さは複数の振動子 $101a$ 全部の列の長さ a とする構成とした。

[0042] 送信焦点 FP の位置と、プッシュ波送信振動子列 Px を示す情報は、プッシュパルス ppp のパルス幅 PW 、印加開始時刻 PT とともに、送信制御信号として送信ビームフォーマ部 105 に出力される。また、印加開始時刻 PT の時間間隔 PI を含めてもよい。なお、プッシュ波パルス ppp のパルス幅 PW 、印加開始時刻 PT 、及び時間間隔 PI については後述する。

[0043] なお、関心領域 roi と送信焦点 FP との位置関係は上記に限られず、被検体の検査すべき部位の形態等により適宜変更してもよい。

[0044] 例えば、図3(a)に示す例を、送信焦点 FP の位置のうち列方向送信焦点位置 fx が関心領域 roi の列方向中心位置 wc から x 軸の正又は負の方向にオフセットされた構成に変更してもよい。この場合、関心領域幅 w と振動子列の列方向中心は異なる構成となる。さらに、送信焦点 FP のうち列方向焦点位置 fx が、関心領域 roi の列方向中心 wc から x 軸の正又は負の方向にオフセットされ関心領域 roi 外に位置するような構成としてもよい。

[0045] また、関心領域 roi の近傍であって関心領域 roi 外の所定位置に送信焦点 FP を設定する構成としてもよい。このとき、関心領域 roi の近傍に設定する場合には、送信焦点 FP は関心領域 roi に対してせん断波が関心領域 roi へ到達可能な距離に設定される。

[0046] なお、プッシュ波による超音波ビームが「集束」とは、超音波ビームが絞られフォーカスビームであること、すなわち、超音波ビームに照射され

る面積が送信後に減少し特定の深さにおいて最小値を採ることを指し、超音波ビームが1点にフォーカスされる場合に限られない。この場合、「送信焦点FP」とは、超音波ビームが集束する深さにおける超音波ビーム中心をさす。

[0047] 3. 検出波生成部104

検出波生成部104は、制御部114から関心領域roiを示す情報を入力し、複数の振動子101aに送信ビームフォーマ部105から検出波パルスppを複数回送信させることにより超音波ビームが関心領域roiを通過するよう、検出波パルス送信振動子列Txに属する複数の振動子101aに検出波pwを送信させる。具体的には、検出波生成部104は、関心領域roiを示す情報に基づき、超音波ビームが関心領域roiを通過するよう、検出波パルスppを送信させる振動子列（以後、「検出波送信振動子列Tx」とする）を決定する。このとき、検出波パルスppの送信回数(m)は、例えば、30~100としてもよい。また、検出波パルスppの送信間隔は、例えば、100μsec~150μsecとしてもよい。しかしながら、これらの印加条件は、上記に限定されず適宜変更可能であることは言うまでもない。

[0048] 図5(a)は、検出波生成部104で発生させる検出波パルスppの構成概要を示す模式図である。図5(a)に示すように、検出波生成部104は、後述する対象群Bx内の各部分領域Sr1、Sr2、…に対し、部分領域の中心で検出波が収束するように送信波パルス送信振動子列Txを設定する。本実施の形態では、部分領域Sr1の中心F1で検出波が収束するように検出波パルスの送信を行い、反射超音波の受信後、部分領域Sr2の中心F2で検出波が収束するように検出波パルスの送信を行い、反射超音波の受信を行う。同様に、検出波パルスの焦点をF3、F4、…とずらしながら検出波の送受信を行い、検出波パルスの焦点をF6とした検出波の送受信により、1フレームの送受信が完了する。次のフレームでは、再び、検出波パルスの焦点をF1に設定し、検出波パルスの送受信を行う。なお、検出波の

送受信方法は上述の場合に限らず、例えば、関心領域 r_{oi} の全域を通過するように平面波である検出波を送信してもよい。具体的には、図3 (b) に示すように、検出波パルス送信振動子列 T_x を設定する。検出波パルス送信振動子列 T_x の長さ a は関心領域幅 w よりも大きく設定されることが好ましい。本例では、関心領域幅 w は検出波パルス送信振動子列 T_x の列方向の端部よりも所定距離 β だけ内方に位置するように設定される。検出波 p_w は平面波であるので振動子列方向と垂直な Y 方向に伝播する。したがって、関心領域 r_{oi} は、 X 方向両端において距離 β だけマージンを持って超音波照射領域 A_x に含まれる。また、検出波パルス送信振動子列 T_x は複数の振動子 $101a$ 全部とする構成としてもよい。超音波照射領域 A_x を、平面波による最大超音波照射領域 $A_{x_{max}}$ とすることができる。

[0049] 検出波パルス送信振動子列 T_x を示す情報は、検出波パルス焦点 F の位置、および、検出波パルス p_{wpl} のパルス幅とともに、送信制御信号として送信ビームフォーマ部 105 に出力される。

[0050] 4. 送信ビームフォーマ部 105

送信ビームフォーマ部 105 は、マルチプレクサ部 106 を介してプローブ 101 と接続され、プローブ 101 から超音波の送信を行うために、プローブ 101 に存する複数の振動子 $101a$ の全てもしくは一部に当たるプッシュ波送信振動子列 P_x 又は検出波送信振動子列 T_x に含まれる複数の振動子各々に対する高電圧印加のタイミングを制御する回路である。

[0051] 図4 (a) は、送信ビームフォーマ部 105 の構成を示す機能ブロック図である。図4 (a) に示すように、送信ビームフォーマ部 105 は、駆動信号発生部 1051、遅延プロファイル生成部 1052、駆動信号送信部 1053 を含む。

[0052] (1) 駆動信号発生部 1051

駆動信号発生部 1051 は、プッシュ波生成部 103 又は検出波生成部 104 からの送信制御信号のうち、プッシュ波送信振動子列 P_x 又は検出波送信振動子列 T_x を示す情報、プッシュ波パルス p_{pp} のパルス幅 PW 、印加

開始時刻 P_T を示す情報、検出波パルス p_{wp1} のパルス幅、印加開始時刻を示す情報とに基づき、プローブ 101 に存する振動子 101a の一部又は全部に該当する送信振動子から超音波ビームを送信させるためのパルス信号 s_p を発生する回路である。

[0053] (2) 遅延プロファイル生成部 1052

遅延プロファイル生成部 1052 では、プッシュ波生成部 103 又は検出波生成部 104 から得られる送信制御信号のうち、プッシュ波送信振動子列 P_x 又は検出波送信振動子列 T_x と送信焦点 F_P の位置を示す情報とに基づき、超音波ビームの送信タイミングを決める印加開始時刻 P_T からの遅延時間 t_{pk} (k は、1 から振動子 101a の数 k_{max} までの自然数) を振動子毎に設定して出力する回路である。これにより、遅延時間分だけ振動子毎に超音波ビームの送信を遅延させて超音波ビームのフォーカスを行う。

[0054] (3) 駆動信号送信部 1053

駆動信号送信部 1053 は、駆動信号発生部 1051 からのパルス信号 s_p と遅延プロファイル生成部 1052 からの遅延時間 t_{pk} とに基づき、プローブ 101 に存する複数の振動子 101a 中、プッシュ波送信振動子列 P_x に含まれる各振動子にプッシュ波を送信させるためのプッシュ波パルス p_{pp} を供給するプッシュ波送信処理を行う。プッシュ波送信振動子列 P_x は、マルチプレクサ部 106 によって選択される。

[0055] 生体に物理的変位を起こすプッシュ波には、通常の B モード表示等に用いる送信パルスに比して格段に大きなパワーが求められる。即ち、パルサ（超音波発生器）に与える駆動電圧として、B モード画像の取得では通常 30 ～ 40 V でも成立する場合があるのに対して、プッシュ波では、例えば、50 V 以上を要する。また、B モード画像の取得では、送信パルス長は数 μsec 程度であるが、プッシュ波には 1 送信あたり数百 μsec の送信パルス長を必要とする。

[0056] 本実施の形態では、駆動信号送信部 1053 からプッシュ波パルス p_{pp} が印加開始時刻 P_T に複数の振動子 101a に送信される。プッシュ波パル

ス p p p は、所定のパルス幅 P W（時間長）を有し所定の電圧振幅（+ V ~ - V）、所定周波数からなるバースト信号からなる。具体的には、パルス幅 P W は、例えば、100 ~ 200 μ s e c、周波数は、例えば、6 M H z、電圧振幅は、例えば、+ 50 V ~ - 50 V としてもよい。しかしながら、印加条件は上記に限定されないことは言うまでもない。

[0057] また、駆動信号送信部 1053 は、プローブ 101 に存する複数の振動子 101 a 中、検出波送信振動子列 T x に含まれる各振動子に超音波ビームを送信させるための検出波パルス p w p l を供給する検出波送信処理を行う。検出波送信振動子列 T x は、マルチプレクサ部 106 によって選択される。しかしながら、検出波パルス p w p l 供給に係る構成には上記に限定されず、例えば、マルチプレクサ部 106 を用いない構成としてもよい。

[0058] 送信ビームフォーマ部 105 は、プッシュ波パルス p p p 送信後に、検出波生成部 104 からの送信制御信号に基づき検出波パルス p w p l を複数回送信する。1 回のプッシュ波パルス p p p 送信後に、同一の検出波送信振動子列 T x から複数回行われる一連の検出波パルス p w p l 送信の各回を「送信イベント」と称呼する。

[0059] 5. 受信ビームフォーマ部 107

受信ビームフォーマ部 107 は、複数回の検出波パルス p w p l の各々に対応して複数の振動子 101 a において時系列に受信された被検体組織からの反射波に基づき、検出波照射領域 A x 内の複数の観測点 P i j に対する音響線信号を生成して音響線信号フレームデータ d s l（l は 1 から m までの自然数、番号を区別しない場合は音響線信号フレームデータ d s l とする）のシーケンスを生成する回路である。すなわち、受信ビームフォーマ部 107 は、検出波パルス p w p l を送信した後、プローブ 101 で受信した反射波に基づき、複数の振動子 101 a で得られた電気信号から音響線信号を生成する。ここで、i は検出波照射領域 A x における x 方向の座標を示す自然数であり、j は y 方向の座標を示す自然数である。なお、「音響線信号」とは、受波信号（R F 信号）を整相加算処理した信号である。

[0060] 図4（b）は、受信ビームフォーマ部107の構成を示す機能ブロック図である。受信ビームフォーマ部107は、入力部1071、受波信号保持部1072、整相加算部1073を備える。

[0061] （1）入力部1071

入力部1071は、マルチプレクサ部106を介してプローブ101と接続され、プローブ101において反射波に基づき受波信号（RF信号）を生成する回路である。ここで、受波信号 $r f k$ （ k は1から n までの自然数である）とは、検出波パルス $p w p l$ の送信に基づいて各振動子にて受信された反射波から変換された電気信号をA/D変換したいわゆるRF信号であり、受波信号 $r f k$ は各受波振動子 $r w k$ にて受信された超音波の送信方向（被検体の深さ方向）に連なった信号の列（受波信号列）から構成されている。

[0062] 入力部1071は、受波振動子 $r w k$ の各々が得た反射波に基づいて、送信イベントごとに各受波振動子 $r w k$ に対する受波信号 $r f k$ の列を生成する。受波振動子列はプローブ101に存する複数の振動子101aの一部又は全部にあたる振動子列から構成されており、制御部114からの指示に基づきマルチプレクサ部106によって選択される。本例では、複数の振動子101aの全部が受波振動子列として選択される構成とした。これにより、反射検出波受信の概要を示す図6（b）に示すように、1回の受信処理により検出波照射領域 $A \times$ 内全域に存する観測点からの反射波を全ての振動子を用いて受波して全ての振動子に対する受波振動子列を生成することができる。生成された受波信号 $r f k$ は、受波信号保持部1072に出力される。

[0063] （2）受波信号保持部1072

受波信号保持部1072は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、半導体メモリ等を用いることができる。受波信号保持部1072は、送信イベントに同期して入力部1071から、各受信振動子 $r w k$ に対する受波信号 $r f k$ を入力し、1枚の音響線信号フレームデータが生成されるまでこれを保持する。

[0064] なお、受波信号保持部 1072 は、データ格納部 108 の一部であってもよい。

[0065] (3) 整相加算部 1073

整相加算部 1073 では、送信イベントに同期して対象群 B_x を構成する観測点 P_{ij} から、検出波パルス受信振動子列 R_x に含まれる受信振動子 R_{pk} が受信した受波信号 r_{fk} に遅延処理を施した後、全ての受信振動子 R_{pk} について加算して音響線信号 d_s を生成する回路である。対象群 B_x については後述する。検出波パルス受信振動子列 R_x はプローブ 101 に存する複数の振動子 101a の一部又は全部にあたる受信振動子 R_{pk} から構成されており、制御部 114 からの指示に基づき整相加算部 1073 とマルチプレクサ部 106 によって選択される。本例では、反射波受信振動子列 R_x として、各送信イベントにおける検出波パルス送信振動子列 T_x を構成する振動子を少なくとも全て含む振動子列が選択される構成とした。

[0066] 整相加算部 1073 は、受波信号 r_{fk} に対する処理を行うための遅延処理部 10731、加算部 10732 を備える。

[0067] a) 遅延処理部 10731

遅延処理部 10731 は、検出波パルス受信振動子列 R_x 内の受信振動子 R_{pk} に対する受波信号 r_{fk} から、観測点 P_{ij} と受信振動子 R_{pk} 各々との間の距離の差を音速値で除した受信振動子 R_{pk} 各々への反射超音波の到達時間差（遅延量）により補償して、観測点 P_{ij} からの反射超音波に基づく受信振動子 R_{pk} に対応する受信信号として同定する回路である。

[0068] ・送信時間の算出

遅延処理部 10731 は、送信イベントに対応して、観測点 P_{ij} までの送信経路を特定し、その距離を音速で除して送信時間を算出する。送信経路としては、例えば、検出波送信振動子列 T_x の中心から観測点 P_{ij} までの直線経路とすることができる。なお、送信経路はこれに限られず、例えば、観測点 P_{ij} から検出波送信振動子列 T_x までの最短経路としてもよい。

[0069] ・受信時間の算出

遅延処理部 10731 は、送信イベントに対応して、観測点 P_{ij} について、観測点 P_{ij} で反射され検出波受信振動子列に含まれる受信振動子に到達するまでの受信経路を特定し、その距離を音速で除して送信時間を算出する。受信経路としては、例えば、観測点 P_{ij} から受信振動子までの直線経路とすることができる。

[0070] ・遅延量の算出

次に、遅延処理部 10731 は、送信時間と受信時間とから各受信振動子への総伝播時間を算出し、当該総伝播時間に基づいて、各受信振動子に対する受波信号列 r_{fk} に適用する遅延量を算出する。

[0071] ・遅延処理

次に、遅延処理部 10731 は、各受信振動子に対する受波信号列 r_{fk} から、遅延量に相当する受波信号 r_{fk} （遅延量を差引いた時間に対応する受波信号）を、観測点 P_{ij} からの反射波に基づく受信振動子に対応する信号として同定する。

[0072] 遅延処理部 10731 は、送信イベントに対応して、受波信号保持部 1072 から受波信号 r_{fk} を入力として、関心領域 roi 内に位置する全ての観測点 P_{ij} について、各受信振動子 R_{pk} に対する受波信号 r_{fk} を同定する。

[0073] b) 加算部 10732

加算部 10732 は、遅延処理部 10731 から出力される受信振動子 R_{pk} に対応して同定された受波信号 r_{fk} を入力として、それらを加算して、観測点 P_{ij} に対する整相加算された音響線信号 ds_{ij} を生成する回路である。

[0074] さらに、各受信振動子 R_{pk} に対応して同定された受波信号 r_{fk} に対し、受信アポダイゼーション（重み数列）を乗じた後加算して、観測点 P_{ij} に対する音響線信号 ds_{ij} を生成してもよい。受信アポダイゼーションは、検出波受振動子列 R_x 内の受信振動子 R_{pk} に対応する受信信号に適用される重み係数の数列である。受信アポダイゼーションは、検出波受振動子列

$R \times$ の列方向の中心に位置する振動子に対する重みが最大となるよう設定され、受信アポダイゼーションの分布の中心軸は検出波受振動子列中心軸 $R \times o$ と一致し、分布は中心軸に対し対称な形状をなす。分布の形状は特に限定されない。

[0075] 加算部 10732 は、関心領域 roi 内に存在する全ての観測点 P_{ij} について音響線信号 ds_{ij} を生成して音響線信号フレームデータ ds_l を生成する。

[0076] そして、送信イベントに同期して検出波パルス pwp_l の送受信を繰り返し、全ての送信イベントに対する音響線信号フレームデータ ds_l を生成する。生成された音響線信号フレームデータ ds_l は、送信イベントごとにデータ格納部 108 に出力され保存される。

[0077] 6. 対象群設定部 109

対象群設定部 109 は、音響線信号フレームデータ ds_l の信号品質を基準として、観測点 P_{ij} の集合である対象群 B_x を設定する回路である。

[0078] 図 5 (b) は、対象群設定部 109 の機能を説明するための模式図である。

[0079] せん断波の伝播解析の対象となる対象群 B_x 内の観測点 P_{ij} は、せん断波の伝播方向（実施の形態においては略 x 方向）に、略所定の間隔をあけて存在していることが好ましい。なぜならば、検出波の送受信はおよそ $100 \mu sec \sim 300 \mu sec$ 間隔で行われるため、検出波の送受信間隔と音速とを積算した値と比べて観測点 P_{ij} の間隔が過度に狭くても演算負荷が不必要に増加するためである。その一方で、被検体内の超音波の反射率や反射方向は一様ではなく組織の硬さ分布や形状等に依存するため、音響線信号の信号強度（信号の値の絶対値）や信号対雑音比（SNR : Signal to Noise Ratio）等の信号品質も被検体内の位置に依存する。したがって、対象群設定部 109 は、音響線信号の信号品質が高く、かつ、観測点 P_{ij} がせん断波の伝播方向に、略所定の間隔をあけて存在するように、対象群 B_x を設定する。

[0080] 対象群設定部109は、より具体的には以下の処理を行う。対象群設定部109は、まず、関心領域 $r o i$ 内に、せん断波の伝播方向に複数の部分領域 $S r 1$ 、 $S r 2$ 、 $\dots$ 、 $S r 6$ を設ける（以下、部分領域 $S r 1$ 、 $S r 2$ 、 $\dots$ を区別しない場合、部分領域 $S r n$ と記載する）。なお、ここでは部分領域 $S r n$ を6個設けるとしたが、6の値は例示にすぎず、部分領域 $S r n$ の数は関心領域 $r o i$ の大きさと、観測点 $P i j$ の好ましい間隔に応じて任意に設定してよい。ここで、部分領域 $S r 1$ の中心と、部分領域 $S r 2$ の中心との距離が、所定の距離となることが好ましい。また、実施の形態では、部分領域 $S r n$ は y 方向に延伸する長方形の区画とした。しかしながら、部分領域 $S r n$ は、せん断波の伝播方向に部分領域 $S r 1$ 、 $S r 2$ 、 $\dots$ の順に並んでいればよく、部分領域 $S r n$ の形状は、例えば、扇形などであってもよい。次に、対象群設定部109は、図6（a）の模式図に示すように、部分領域 $S r n$ のそれぞれに、複数の対象線候補領域 $B n 1$ 、 $B n 2$ 、 $\dots$ 、 $B n 9$ を設ける（ここで、 n は部分領域 $S r n$ のインデックス値 n であり、部分領域 $S r 1$ であれば対象線候補領域 $B 1 1$ 、 $\dots$ 、 $B 1 9$ を設ける。以下、対象線候補領域 $B n 1$ 、 $B n 2$ 、 $\dots$ を区別しない場合、対象線候補領域 $B n p$ と記載する）。なお、ここでは部分領域 $S r n$ のそれぞれに対象線候補領域 $B n p$ を9個ずつ設けるとしたが、9の値は例示にすぎず、対象線候補領域 $B n p$ の数は部分領域 $S r n$ の大きさと、受信ビームフォーマ部107の演算能力や空間分解能に応じて任意に設定してよい。また、実施の形態では、各対象線候補領域 $B n p$ は x 方向に並ぶ観測点数が1で、 y 方向に延伸する直線状の領域であるとした。しかしながら、対象線候補領域 $B n p$ は、せん断波の伝播方向に沿った幅が十分に小さい領域であればよく、例えば、 y 方向に延びる長方形の領域等であってもよい。そして、対象群設定部109は、部分領域 $S r n$ ごとに、対象線候補領域 $B n p$ に対応する音響線信号の信号品質を参照し、最も信号品質の高い音響線信号に対応する対象線候補領域 $B n q$ を特定して、これを対象線領域 $B L n$ として設定する。そして、対象線領域 $B L n$ の集合を、対象群 $B x$ として設定する。

[0081] 7. 速度算出部 110

速度算出部 110 は、音響線信号フレームデータ $d s l$ のシーケンスから、検出波照射領域 $A x$ 内の組織の変位を検出し、せん断波の速度を算出する回路である。

[0082] 速度算出部 110 は、音響線信号フレームデータ $d s l$ のシーケンスに含まれる 1 フレームの音響線信号フレームデータ $d s l$ と、基準となる音響線信号フレームデータ（基準音響線信号フレームデータ） $d s 0$ とを取得する。基準音響線信号フレームデータ $d s 0$ とは、各送信イベントに対応する音響線信号フレームデータ $d s l$ におけるせん断波による変位を抽出するための基準となる信号であり、具体的には、プッシュ波パルス $p p p$ 送信前に対象群 $B x$ から取得した音響線信号のフレームデータである。そして、速度算出部 110 は、音響線信号フレームデータ $d s l$ と基準音響線信号フレームデータ $d s 0$ との差分から、各観測点 $P i j$ それぞれの変位を検出する。そして、速度算出部 110 はこの処理を繰り返すことで、観測点 $P i j$ それぞれの変位の時系列変化を検出し、観測点 $P i j$ における変位のピーク時刻 $T i j$ を検出する。

[0083] 次に、速度算出部 110 は、図 6 (c) の模式図に示すように、せん断波の進行方向に隣接する 2 つの観測点 $P i j$ と $P (i + 1) j_{i+1}$ それぞれの変位のピーク時刻 $T i j$ と $T (i + 1) j_{i+1}$ から、せん断波の伝播速度 $v i j$ を算出する。なお、図 6 (c) の横軸の d 軸は、せん断波の進行経路を示す距離軸である。

[0084] そして、速度算出部 110 は、伝播速度 $v i j$ を弾性率データ $e i j$ にマッピングして弾性率フレームデータ $e l f$ を生成し、表示制御部 113 に出力する。

[0085] 8. 動き検知部 111

動き検知部 111 は、音響線信号フレームデータ $d s l$ のシーケンスから、プローブ 101 と被検体との相対的な動きを検出する回路である。

[0086] 動き検知部 111 は、音響線信号フレームデータ $d s l$ のシーケンスに含

まれる最新の1フレームの音響線信号フレームデータ $d s l$ と、直前の1フレームの音響線信号フレームデータ $d s l'$ とを取得する。そして、動き検知部111は、音響線信号フレームデータ $d s l$ と基準音響線信号フレームデータ $d s l'$ との差分を検出し、差分の代表値が所定の閾値以上である場合は、プローブ101と被検体との相対的な動きが存在することを示す情報を、制御部114に出力する。

[0087] 9. Bモード画像生成部112

Bモード画像生成部112は、音響線信号フレームデータ $d s l$ のシーケンスから、Bモード断層画像を生成する回路である。

[0088] Bモード画像生成部112は、音響線信号フレームデータ $d s l$ のシーケンスに含まれる1フレームの音響線信号フレームデータ $d s l$ を取得する。そして、Bモード画像生成部112は、包絡線検波、対数圧縮を行って音響線信号フレームデータ $d s l$ を輝度信号フレームデータ $b l l$ に変換し、表示制御部113に出力する。

[0089] 10. 表示制御部113

表示制御部113は、Bモード断層画像、または、Bモード断層画像に弾性率情報を重畳した画像を生成し、表示部115に表示させる回路である。

[0090] 表示制御部113は、輝度信号フレームデータ $b l l$ をBモード画像生成部112から、弾性率フレームデータ $e l f$ を速度算出部110から、それぞれ取得し、座標変換を行って、Bモード画像、あるいは、Bモード画像上に弾性率データをカラー情報として重畳した弾性率画像を生成する。

[0091] <超音波診断装置100の動作>

以上の構成からなる超音波診断装置100の統合SWSシーケンスの動作について説明する。

[0092] 1. 動作の概要

図7は、超音波診断装置100における統合SWSシーケンスの工程の概要を示す概略図である。超音波診断装置100によるSWSシーケンスは、関心領域 $r o i$ を設定して複数の観測点 $P i j$ からなる対象群 $B x$ を設定す

る工程、基準検出波送受信を行い、以後の各送信イベントに対応するせん断波による変位を抽出するための基準音響線信号フレームデータ $d_s 0$ を取得する工程、プッシュ波パルス $p p p$ を送信して被検体内の特定部位 $F P$ に集束するプッシュ波 $p p$ を送信して被検体中にせん断波励起する工程、関心領域 $r o i$ を通過する検出波 $p w p l$ の送受信を複数回繰り返す検出波パルス $p w p l$ 送受信する工程、せん断波伝播解析を行いせん断波の伝播速度と弾性率を算出する弾性率算出の工程から構成される。

[0093] 2. SWSシーケンスの動作

以下、公知の方法に基づき被検体の組織からの反射成分に基づき組織が描画されたBモード画像が表示部 115 に表示された後の超音波弾性率計測処理の動作を説明する。

[0094] なお、Bモード画像のフレームデータは、プッシュ波パルス $p p p$ を送信されることなく、送信ビームフォーマ部 105 及び受信ビームフォーマ部 107 においてされた超音波の送受信に基づいて被検体の組織からの反射成分に基づき時系列に音響線信号のフレームデータが生成され、音響線信号に対して包絡線検波、対数圧縮などの処理がされて輝度信号へと変換された後、輝度信号を直交座標系に座標変換して生成する。表示制御部 113 は被検体の組織が描画されたBモード画像を表示部 115 に表示させる。

[0095] まず、ステップ S10 では、ユーザからの操作入力に基づいて関心領域を設定する。より具体的には、表示部 115 にプローブ 101 によりリアルタイムに取得された被検体の断層画像であるBモード画像が表示されている状態において、制御部 114 は、操作入力部 102 から操作者により指定された情報を入力として、被検体内の解析対象範囲を表す関心領域 $r o i$ をプローブ 101 の位置を基準に設定する。

[0096] 操作者による関心領域 $r o i$ の指定は、例えば、表示部 115 にデータ格納部 108 に記録されている最新のBモード画像を表示し、タッチパネル、マウスなどの入力部（図示しない）を通して関心領域 $r o i$ を指定することによりされる。なお、関心領域 $r o i$ は、例えば、Bモード画像の全域を関

心領域 $r o i$ としてもよいし、あるいは、Bモード画像の中央部分を含む一定範囲としてもよい。

[0097] 次に、ステップS20では、動き検知部111が、プローブ101と被検体との相対的な動きが存在することを示す情報を制御部114に出力し、制御部114は、プローブ101と被検体との相対的な動きがない状態となるまで待機する。これにより、プローブ101と被検体との相対的な動きが、被検体内の変位の検出精度に影響を与えることを抑止することができる。

[0098] 次に、ステップS30では、制御部114は、プッシュパルスの送信条件を設定する。具体的には、プッシュ波生成部103が、制御部114から関心領域 $r o i$ を示す情報を取得、プッシュ波パルス $p p p$ の送信焦点 $F P$ の位置とプッシュ波送信振動子列 $P x$ を設定する。本例では、図3(a)に示すように、プッシュ波送信振動子列 $P x$ は、複数の振動子101a全部とした。また、列方向送信焦点位置 $f x$ は検出波照射領域 $A x$ の列方向中心位置 $w c$ と一致し、深さ方向送信焦点位置 $f y$ は関心領域 $r o i$ の内部に存在する構成とした。しかしながら、検出波照射領域 $A x$ と送信焦点 $F P$ との位置関係は上記に限られず、被検体の検査すべき部位の形態等により適宜変更してもよい。

[0099] 送信焦点 $F P$ の位置と、プッシュ波送信振動子列 $P x$ を示す情報は、プッシュ波パルス $p p p$ のパルス幅 $P W$ 、印加開始時刻 $P T$ とともに、送信制御信号として送信ビームフォーマ部105に出力される。

[0100] 次に、ステップS40では、関心領域内に対象群 $B x$ を設定する。図8は、対象群 $B x$ の設定動作の詳細を示すフローチャートである。

[0101] まず、ステップS110において、対象群設定部109は、関心領域 $r o i$ 内に、せん断波の変位方向に延伸する複数の部分領域 $S r k$ を設定する。本例では、図5(a)に示すように、 x 方向に並ぶ複数の部分領域 $S r 1 \sim S r 6$ を設定する。

[0102] 次に、ステップS120において、対象群設定部109は、各部分領域 $S r k$ の内部に、複数の対象線候補領域 $B k p$ を設定する。本例では、図6(

a) に示すように、部分領域 S_{r1} の内部に対象線候補領域 $B_{11} \sim B_{19}$ を設定する。同様に、部分領域 S_{r2} の内部に対象線候補領域 $B_{21} \sim B_{29}$ を、部分領域 S_{r3} の内部に対象線候補領域 $B_{31} \sim B_{39}$ を、部分領域 S_{r4} の内部に対象線候補領域 $B_{41} \sim B_{49}$ を、部分領域 S_{r5} の内部に対象線候補領域 $B_{51} \sim B_{59}$ を、部分領域 S_{r6} の内部に対象線候補領域 $B_{61} \sim B_{69}$ を設定する。

[0103] 次に、ステップ S_{130} において、制御部 114 は、関心領域 Roi 内に、検出波パルスを送信させ、ステップ S_{120} で設定した全ての対象線候補領域 B_{kp} 内の観測点 P_{ij} について、音響線信号フレームデータを生成させる。

[0104] 次に、対象群設定部 109 は、各部分領域に対して対象線を確定する処理を行う。

[0105] まず、ステップ S_{140} において変数 k を初期化する。

[0106] 次に、ステップ S_{150} において、部分領域 S_{rk} に含まれる対象線候補領域 B_{kp} のうち、信号品質が最も高い対象線候補領域 B_{kq} を抽出する。ここでは、部分領域 S_{r1} に含まれる対象線候補領域 $B_{11} \sim B_{19}$ のそれぞれに対応する音響線信号フレームデータを比較し、信号品質が最も高い対象線候補領域 B_{1q} を特定する。信号品質としては、例えば、音響線信号の振幅（値の絶対値）を用いることが出来る。また、信号品質として、信号対雑音比を用いてもよいし、あるいは、信号対雑音比が所定以上の音響線信号のうちから最も音響線信号の振幅が大きいものを選択するとしてもよい。以下、信号品質が最も高い対象線候補領域が B_{16} であるとして説明を続ける。

[0107] 次に、ステップ S_{160} において、抽出した対象線候補領域 B_{kq} の信号品質が所定の基準以上であるか否かの判定を行う。抽出した対象線候補領域、すなわち B_{16} の信号品質が所定の基準以上である場合には、ステップ S_{170} において、 B_{16} を対象線 BL_1 として設定する。一方、 B_{16} の信号品質が所定の基準未満である場合には、部分領域 S_{r1} に対応する対象線

BL 1 は空領域（観測点 P_{ij} を含まない領域）として設定する。

[0108] そして、ステップ S 150 から S 180 の処理をすべての k に対して行うことで（ステップ S 190、S 200）、すべての部分領域 S_{rk} に対して、0～1つの対象線 BL k を設定する。実施の形態では、図 6（b）に示すように、対象線 BL 1～BL 6 が設定される。

[0109] 最後に、ステップ S 210 において、対象群設定部 109 は、特定した全ての対象線 BL k からなる領域を、対象群 B_x として設定する。

[0110] 以上で、対象群 B_x が設定される。図 7 に戻って説明を続ける。

[0111] 次に、ステップ S 50 において、基準検出波パルスの送受信を行い、取得した基準音響線信号フレームデータを保存する。具体的には、関心領域 Ro_i 内に、検出波パルスを送信させ、ステップ S 40 で設定した対象群 B_x 内の観測点 P_{ij} について、音響線信号フレームデータを生成して、基準音響線フレームデータとしてデータ格納部 108 に保存する。

[0112] 次に、ステップ S 60 において、プッシュパルスを送信する。具体的には、送信ビームフォーマ部 105 は、プッシュ波生成部 103 より取得した送信焦点 FP の位置とプッシュ波送信振動子列 P_x を示す情報、プッシュ波パルス p_{pp} のパルス幅 PW 、印加開始時刻 PT からなる送信制御信号に基づき送信プロファイルを生成する。送信プロファイルは、プッシュ波送信振動子列 P_x に含まれる各送信振動子に対するパルス信号 s_p と遅延時間 t_{pk} からなる。そして、送信プロファイルに基づき各送信振動子にプッシュ波パルス p_{pp} を供給する。各送信振動子は被検体内の特定部位に集束するパルス状のプッシュ波 p_p を送信する。

[0113] 次に、ステップ S 70 において、関心領域 ro_i に検出波パルス p_{wpl} を複数回送受信し、取得した音響線信号フレームデータ ds_l のシーケンスを保存する。具体的には、送信ビームフォーマ部 105 は、検出波送信振動子列 T_x に含まれる振動子に被検体に向けて検出波パルス p_{wpl} を送信させ、受信ビームフォーマ部 107 は、検出波パルス受信振動子列 R_x に含まれる振動子により受信した反射波 ec に基づき音響線信号フレームデータ d

s l を生成する。プッシュ波 p p の送信終了の直後から、例えば、秒間 1 万回、上記処理を繰り返し行う。これにより、せん断波の発生直後から伝播が終わるまでの間、対象群 B x 内の音響線信号フレームデータ d s l を繰り返し生成する。生成された音響線信号フレームデータ d s l のシーケンスはデータ格納部 108 に出力され保存される。

[0114] より具体的には、以下の処理を行う。まず、受信ビームフォーマ部 107 は、検出波照射領域 A x 内に存在する任意の観測点 P i j について、送信された超音波が被検体中の観測点 P i j に到達する送信時間を算出する。次に、受信ビームフォーマ部 107 は、検出波パルス受信振動子列 R x を設定し、観測点 P i j からの反射検出波が、検出波パルス受信振動子列 R x に含まれる受波振動子 R w k のそれぞれに到達する受信時間を算出する。そして、受信ビームフォーマ部 107 は、送信時間と受信時間とから、観測点 P i j ごと、かつ、受波振動子 R w k ごとの、遅延量を算出し、音響線信号フレームデータ d s l から、観測点 P i j ごとに、観測点 P i j からの受信信号を同定する。次に、受信ビームフォーマ部 107 は、観測点 P i j ごとに同定した受信信号を重みづけ加算し、観測点 P i j に対する音響線信号を算出する。ここで、重み付けは、検出波パルス受信振動子列 R x の x 方向の中心に位置する振動子に対する重み付けが最大となるような、受信アポダイゼーションがなされる。受信ビームフォーマ部 107 は、算出した音響線信号をデータ格納部 108 に保存する。

[0115] 次に、ステップ S 80 において、送信イベント毎に対象群 B x 内の各観測点 P i j の変位を検出し、せん断波の到達時刻を特定する。具体的には、第 1 の送信イベントにおいて、対象線 B L k ごとに、音響線信号フレームデータ d s l と、基準音響線信号フレームデータ d s 0 との相関処理を行って、対象線 B L k に含まれる観測点 P i j それぞれに対する位置変位量を検出する。さらに、この処理をすべての相関イベントに対して行うことで、観測点 P i j ごとに、送信イベント毎の変位量を検出する。そして、観測点 P i j ごとに、変位の大きさが最大となる送信イベントを特定し、送信イベントが

行われた時刻をピーク時刻として特定する。

[0116] 次に、ステップS 9 0において、せん断波の伝播解析を行う。具体的には、ステップS 8 0で特定した観測点 P_{ij} ごとのピーク時刻を指標として、隣接する2つの部分領域 S_{rk} の間で2つの観測点を対応付け、その距離をピーク時刻の時間差で除することにより、せん断波の伝播速度を推定する。実施の形態では、図6（c）に示すように、観測線 BL_1 上の観測点 P_1 、観測線 BL_2 上の観測点 P_2 、観測線 BL_3 上の観測点 P_3 、観測線 BL_4 上の観測点 P_4 、観測線 BL_5 上の観測点 P_5 、について、横軸にせん断波の伝播経路軸 d 、縦軸にピーク時刻をプロットする。そして、観測点間の傾き（＝観測点間の距離÷ピーク時刻の時間差）を算出することで、せん断波の伝播速度を推定する。

[0117] 最後に、ステップS 1 0 0において、せん断波の伝播情報をBモード画像に重畳表示する。具体的には、例えば、弾性率が所定の閾値以上の観測点は赤色、弾性率が所定の閾値未満の観測点は緑色、弾性率が算出されていない観測点は透明（Bモード画像そのまま）とする。図9（a）は弾性画像の例であり、図9（a）では、赤色部分のみを彩色し緑色部分も透明として示している。なお、色情報のマッピングは上述の例に限らず、弾性率に応じて3色以上に塗り分けてもよい。なお、せん断波の伝播情報をBモード画像に色情報として重畳するのではなく、例えば、弾性率の値を数値としてBモード画像の外側に弾性率を表示してもよい。他の表示態様としては、例えば、Bモード画像上に文字、記号、アイコン等の位置を示す情報を重畳し、示された位置ごとの弾性率の値を表としてBモード画像の外側に付加するものが挙げられる。図9（b）に弾性画像の例を示す。なお、表示態様としてはこれに限られず、例えば、Bモード画像上の位置から引き出し線をBモード画像の外に引き出して弾性率を表示してもよいし、Bモード画像に座標を示すグリッド線を重畳し、座標ごとの弾性率をBモード画像の脇に表示してもよい。また、Bモード画像を用いず、例えば、せん断波の伝播情報のみを示す画像を弾性画像として生成してもよい。図9（c）に弾性画像の例を示す。表

示制御部 113 は、弾性画像に対して画面表示用の画像データとなるよう幾何変換を行い、幾何変換後の弾性画像を表示部 115 に出力する。

[0118] 以上により、図 7 に示した SWS シーケンスの処理が終了する。以上の超音波弾性率計測処理により、SWS シーケンスによる弾性率フレームデータ $e \mid f$ を算出することができる。

[0119] <小括>

以上の構成により、関心領域のうち、対象線（対象領域）からなる対象群 $B \times$ から取得された音響線信号に基づきせん断波の伝播解析が行われる。対象群 $B \times$ から取得された音響線信号の信号品質が高いため、対象群 $B \times$ に含まれるいずれの観測点においても、変位量の検出が高精度に行われる。したがって、対象群 $B \times$ に含まれるいずれの観測点においても、ピーク時刻の検出が高精度に行われ、せん断波の伝播解析を高精度に行うことができる。また、部分領域の大きさと中心間距離とを一定とする構成では、せん断波の伝播方向における観測点間の平均距離を略一定にすることができる。したがって、観測点間の距離を所望の範囲にすることが容易であり、観測点が過密であることによる演算量の増加すること、観測点が過疎であることによるせん断波の伝播解析の精度低下も抑止することができる。すなわち、演算量を増加させることなく、せん断波の伝播解析の精度を向上させることができる。

[0120] また、特定の部分領域において、その内部のいずれの位置においても音響線信号の信号品質が所定の基準を満たさないとした場合には、当該部分領域については観測点を設けない構成とすることもできる。この構成では、せん断波の伝播解析に適さない特性を有する領域においては、伝播解析の対象としないことで、信頼性の低い弾性計測結果を提供することを抑止することが可能となる。

[0121] <<変形例>>

実施の形態では、プッシュパルスの送信前に、検出波の送受信を行って対象群を決定するとした。しかしながら、例えば、SWS シーケンスを実行し

た後、取得した受波信号 $r w k$ に基づいて、次の SWS シーケンスの実行時に対象群を決定するとしてもよい。

[0122] 図 10 は、変形例に係る対象群の設定方法を示すフローチャートである。

[0123] まず、ステップ S 310 において、制御部 114 は、データ格納部 108 に保存されている 1 つの受波信号 $r w k$ を読みだして整相加算部 1073 に出力し、整相加算部 1073 は、前回の SWS シーケンスにおいて設定されている部分領域 $S r k$ 内の全ての対象線候補領域 $B k p$ 内の観測点 $P i j$ について、音響線信号フレームデータを生成する。ここで用いる受波信号 $r w k$ は、関心領域 $r o i$ からの反射超音波に基づくものであれば、どのフレームのデータであってもよい。

[0124] 次に、対象群設定部 109 は、各部分領域に対して対象線を確定する処理を行う。

[0125] まず、ステップ S 320 において変数 k を初期化する。

[0126] 次に、ステップ S 330 において、対象群設定部 109 は、前回の SWS シーケンスにおいて設定されている対象線 $B L k$ に対応する音響線信号の信号品質が、所定の基準値を満たしているか否かの判定を行う。前回の SWS シーケンスにおいて設定されている対象線 $B L k$ に対応する音響線信号の信号品質が、所定の基準値を満たしている場合は、すべての部分領域に対して処理が完了しているか判定し（ステップ S 380）、終了していなければ k をインクリメント（ステップ S 390）して次の部分領域についての処理を行う。一方、前回の SWS シーケンスにおいて設定されている対象線 $B L k$ に対応する音響線信号の信号品質が所定の基準値を満たしていない場合、または、前回の SWS シーケンスにおいて対象線 $B L k$ が空領域であった場合は、ステップ S 340 において、部分領域 $S r k$ に含まれる対象線候補領域 $B k p$ のうち、信号品質が最も高い対象線候補領域 $B k q$ を抽出する。

[0127] 次に、ステップ S 340 において、抽出した対象線候補領域 $B k q$ の信号品質が所定の基準以上であるか否かの判定を行う。抽出した対象線候補領域の信号品質が所定の基準以上である場合には、ステップ S 360 において、

B k q を対象線 B L k として設定する。一方、B k q の信号品質が所定の基準未満である場合には、ステップ S 3 7 0 において、部分領域 S r k に対応する対象線 B L k は空領域（観測点 P i j を含まない領域）として設定する。

[0128] そして、ステップ S 3 3 0 から S 3 7 0 の処理をすべての部分領域に対して行うことで（ステップ S 3 8 0、S 3 9 0）、すべての部分領域 S r k に対して、0 ~ 1 つの対象線 B L k を設定する。

[0129] 最後に、ステップ S 4 0 0 において、対象群設定部 1 0 9 は、特定した全ての対象線 B L k からなる領域を、対象群 B x として設定する。

[0130] 以上で、対象群 B x が設定される。

[0131] <小括>

以上の構成によれば、S W S シーケンスが複数回行われる場合に、前回の S W S シーケンスで得た受波信号に基づいて対象群 B x の設定が行われる。したがって、対象群 B x の設定のための検出波の送受信が不要となる。さらに、既に設定されている対象線 B L k に対応する音響線信号の信号品質が所定の基準未満である部分領域 S r k に対してのみ対象線 B L k の再設定を行うことにより、対象群 B x の設定に係る処理を単純化することができる。

[0132] なお、本変形例では最初の S W S シーケンスについては特に説明していないが、実施の形態と同一の処理でもよい。または、図 5（b）の模式図に示すように、最初の S W S シーケンスでは、各部分領域 S r k に対して、空間的に中央に位置する対象線候補領域 B k p を対象線 B L k として仮設定し、2 度目以降の S W S シーケンスにおいて、対象群 B x の最適化を行うとしてもよい。

[0133] <<実施の形態に係るその他の変形例>>

（1）実施の形態及び変形例では、すべての S W S シーケンスにおいて対象群 B x の設定を行うとしたが、同じ関心領域に対して連続して S W S シーケンスを行う場合に、所定の回数ごとに、例えば 5 回ごとに、対象群 B x の設定を行い、それ以外のときは、直前の S W S シーケンスと同一の対象群 B

xを用いるとしてもよい。

[0134] また、実施の形態では、対象群B xの設定のために検出波の送受信を行うとしたが、基準検出波パルスの送受信と、対象群B xの設定のための検出波の送受信とを、一度の検出波の送受信により兼ねてもよい。例えば、対象群B xの設定後、対象線B L kのそれぞれに対応する音響線信号フレームデータを、基準音響線信号フレームデータとして用いてもよい。これにより、検出波の送受信回数を削減することができ、これにより演算量を低減させることができる。

[0135] また、実施の形態及び変形例では、SWSシーケンスの前に対象群B xの設定を行うとしたが、例えば、検出波の送受信中や送受信後の音響線信号の生成前に、対象群B xの設定を行うとしてもよい。

[0136] (2) 実施の形態では、超音波診断装置100がプッシュ波パルス送信の工程に先立って基準検出波パルス送受信の工程を行い、変位検出部が、音響線信号フレームデータd s lと、基準検出波パルス送受信で形成された基準音響線信号フレームデータd s 0との差分に基づいて、観測点P i jの変位P t i jを検出する、とした。しかしながら、組織の変位量の検出方法はこの場合に限られない。例えば、超音波診断装置は基準検出波パルス送受信の工程を行わず、基準音響線信号フレームデータd s 0の生成を行わない。そして、変位検出部は、音響線信号フレームデータd s lと、1つ前の送信イベントで取得された音響線フレームデータd s (l-1)との差分に基づいて、観測点P i jの変位P t i jの、送信イベント間での変化量 $\Delta P t i j$ を検出する。そして、観測点P i jごとに、変位P t i jにおける複数の送信イベント間の変化量 $\Delta P t i j$ を積算することで、観測点P i jの変位P t i jを生成する、としてもよい。なお、送信イベント間での変化量 $\Delta P t i j$ の検出は連続する2つの送信イベント間とは限らず、任意の2つの音響線信号フレームデータd s lの差分から、観測点P i jの変位P t i jの変化量 $\Delta P t i j$ を算出してもよい。

[0137] (3) 実施の形態では、y方向に延伸する部分領域がx方向に複数並ぶよ

うに部分領域を設けるとしたが、各部分領域の延伸方向はプッシュパルスの押圧方向と略平行であればよく、また、各部分領域はせん断波の伝播方向に並んでいればよい。また、部分領域内の各対象線候補領域においても、プッシュパルスの押圧方向と略平行に延伸していればよく、曲線状であってもよいし、観測点2つ分以上の幅を持った対象「領域」であってもよい。また、例えば、部分領域が扇形であれば、対象線候補領域は放射状に並ぶ複数の直線状の領域であってもよい。さらに、部分領域と部分領域との間に隙間を設けてもよい。

- [0138] (4) 実施の形態では、対象群内の各観測点についてせん断波の伝播速度を推定し弾性率を算出するとしたが、例えば、観測点間の距離が所定の距離以上となる個所については、せん断波の伝播速度の推定と弾性率の算出を行わないとしてもよい。または、例えば、観測線 $B \mid k$ を含まない部分領域 $S \mid r \mid k$ については、せん断波の伝播速度の推定と弾性率の算出を行わず、弾性画像上に、当該部分領域 $S \mid r \mid k$ を非測定領域として示してもよい。
- さらに、観測線 $B \mid k$ を含まない部分領域 $S \mid r \mid k$ の数が多い場合、例えば、部分領域 $S \mid r \mid k$ の総数の $1/4$ 以上である場合には、関心領域全体に対し、せん断波の伝播速度の推定と弾性率の算出を行わないとしてもよい。

- [0139] (5) 実施の形態では、動き検知部 111 が音響線信号フレームデータを用いて被検体と超音波プローブとの相対的な動きを検知するものとした。しかしながら、例えば、超音波プローブに加速度センサを設け、動き検知部は加速度センサの出力を基に被検体と超音波プローブとの相対的な動きを検知してもよい。又は、例えば、超音波プローブを撮像するカメラを設置し、動き検知部はカメラから取得した動画を基に検体と超音波プローブとの相対的な動きを検知してもよい。

- [0140] (6) 実施の形態および各変形例に係る超音波診断装置は、その構成要素の全部又は一部を、1チップ又は複数チップの集積回路で実現してもよいし、コンピュータのプログラムで実現してもよいし、その他どのような形態で実施してもよい。例えば、伝播解析部と評価部とを1チップで実現してもよ

いし、超音波信号取得部のみを1チップで実現し、変位検出部等を別のチップで実現してもよい。

[0141] 集積回路で実現する場合、典型的には、LSI (Large Scale Integration) として実現される。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

[0142] また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路、又は汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA (Field Programmable Gate Array) や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

[0143] さらに、半導体技術の進歩、又は派生する別技術により、LSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。

[0144] また、各実施の形態および各変形例に係る超音波診断装置は、記憶媒体に書き込まれたプログラムと、プログラムを読み込んで実行するコンピュータとで実現されてもよい。記憶媒体は、メモリカード、CD-ROMなどいかなる記録媒体であってもよい。また、本発明に係る超音波診断装置は、ネットワークを経由してダウンロードされるプログラムと、プログラムをネットワークからダウンロードして実行するコンピュータとで実現されてもよい。

[0145] (7) 以上で説明した実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、工程、工程の順序などは一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない工程については、より好ましい形態を構成する任意の構成要素として説明される。

[0146] また、発明の理解の容易のため、上記各実施の形態で挙げた各図の構成要素の縮尺は実際のものと異なる場合がある。また本発明は上記各実施の形態

の記載によって限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

[0147] さらに、超音波診断装置においては基板上に回路部品、リード線等の部材も存在するが、電氣的配線、電気回路について当該技術分野における通常の知識に基づいて様々な態様を実施可能であり、本発明の説明として直接的には無関係のため、説明を省略している。尚、上記示した各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示したものではない。

[0148] 《まとめ》

(1) 実施の形態に係る超音波信号処理装置は、被検体内に変位を発生させるためのプッシュ波を超音波プローブに送信させるプッシュ波送信部と、前記プッシュ波の送信に続き、前記被検体内の解析対象範囲を示す関心領域を通過する検出波を前記超音波プローブに送信させる超音波送信部と、前記超音波プローブを用いて前記検出波に対応して前記関心領域から反射された超音波を受信し受信信号に変換する検出波受信部と、前記関心領域内の複数の位置のそれぞれについて整相加算を行って音響線信号を生成する整相加算部と、前記関心領域内の複数の位置から、対応する音響線信号の信号品質が相対的に高い観測点からなる複数の対象領域を抽出し、前記複数の対象領域を含む対象群を伝播解析の対象として設定する対象群設定部と、前記対象群に含まれる複数の観測点のそれぞれに対応する音響線信号に基づいて、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する機械的特性算出部とを備える。

[0149] また、実施の形態に係る超音波信号処理方法は、被検体内に変位を発生させるためのプッシュ波を超音波プローブに送信させ、前記プッシュ波の送信に続き、前記被検体内の解析対象範囲を示す関心領域を通過する検出波を前記超音波プローブに送信させ、前記超音波プローブを用いて前記検出波に対応して前記関心領域から反射された超音波を受信し受信信号に変換し、前記関心領域内の複数の位置のそれぞれについて整相加算を行って音響線信号を生成し、前記関心領域内の複数の位置から、対応する音響線信号の信号品質

が相対的に高い観測点からなる複数の対象領域を抽出し、前記複数の対象領域を含む対象群を伝播解析の対象として設定し、前記対象群に含まれる複数の観測点のそれぞれに対応する音響線信号に基づいて、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する。

[0150] 本開示によれば、上記構成により、超音波弾性率計測において、関心領域のうち、音響線信号の品質に基づいて設定された観測点から取得された音響線信号に基づいて被検体の機械的特性が算出される。したがって、変位量の検出精度を向上させることで、弾性率計測結果の信頼性を向上させることができる。

[0151] (2) また、上記(1)の超音波信号処理方法は、前記対象群設定部は、前記関心領域内に複数の部分領域を設け、部分領域ごとに前記対象領域を抽出する、としてもよい。

[0152] 上記構成により、観測点の空間的な偏りを抑止しながら、適切な数の観測点を設定することができる。

[0153] (3) また、上記(2)の超音波信号処理装置は、前記対象群設定部は、前記部分領域のそれぞれに対象候補領域を複数設け、前記部分領域ごとに1つの対象候補領域を対象領域として抽出する、としてもよい。

[0154] 上記構成により、簡易な処理により、観測点を設定することができる。

[0155] (4) また、上記(1)～(3)の超音波信号処理装置は、前記対象群設定部は、前記対象領域内の観測点における音響線信号の信号品質が所定の品質を満たさない場合に、当該観測点を含む部分領域について、対象領域の抽出を再度行う、としてもよい。

[0156] 上記構成により、音響線信号の品質が所定の品質を満たしている部分領域については対象群の再設定をする必要がなくなるため、対象群の設定に係る演算量を削減することができる。

[0157] (5) また、上記(1)～(4)の超音波信号処理装置は、前記対象群設定部は、前記超音波プローブに列設される振動子の並ぶ方向において、前記観測点が略等間隔に並ぶように前記対象群を設定する、としてもよい。

- [0158] 上記構成により、せん断波の伝播方向における観測点の密度を略一定に保つことができるため、機械的特性の検出精度の空間的なばらつきを抑止することができる。
- [0159] (6) また、上記(1)～(5)の超音波信号処理装置は、前記対象群設定部は、前記対象領域において、前記超音波プローブに列設される振動子の並ぶ方向において、前記対象領域の幅が観測点1つ分であるように前記対象領域を抽出する、としてもよい。
- [0160] 上記構成により、せん断波の伝播方向における観測点の密度を必要最小限に抑え、演算量を軽減することが可能となる。
- [0161] (7) また、上記(2)～(6)の超音波信号処理装置は、前記対象群設定部は、いずれかの部分領域において、部分領域内の観測点に対応する前記音響線信号の信号品質が所定の品質を満たさない場合に、当該部分領域について、対象領域を設けない、としてもよい。
- [0162] 上記構成により、音響線信号の信号品質が十分でない領域では機械的特性の検出を行わないため、機械的特性の検出精度の局所的な低下を抑止することができる。
- [0163] (8) また、上記(7)の超音波信号処理装置は、前記機械的特性算出部は、対象領域を含まない部分領域の数が所定数以上である場合に、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出しない、としてもよい。
- [0164] 上記構成により、観測点の数および／または密度が、機械的特性の検出精度を担保するために不十分である場合には、機械的特性の検出を回避することができる。
- [0165] (9) また、上記(1)～(8)の超音波信号処理装置は、前記対象群設定部は、前記音響線信号の信号品質として前記音響線信号の振幅の絶対値を用いる、としてもよい。
- [0166] 上記構成により、音響線信号に基づく変位の検出精度を担保することができるため、機械的特性の検出精度の向上を図ることができる。
- [0167] (10) また、上記(1)～(9)の超音波信号処理装置は、前記対象群

設定部は、前記音響線信号の信号品質として前記音響線信号の信号対雑音比の値を用いる、としてもよい。

[0168] 上記構成により、音響線信号に基づく変位の検出精度を担保することができるため、機械的特性の検出精度の向上を図ることができる。

[0169] (11) また、上記(1)～(10)の超音波信号処理装置は、前記超音波プローブと前記被検体との相対移動を検知する動き検知部をさらに備え、前記機械的特性算出部は、前記相対移動における変動量が所定の基準以下である場合に、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する、としてもよい。

[0170] 上記構成により、超音波プローブと被検体との相対移動によって変位の検出精度を確保できない場合に、機械的特性の検出を回避することができる。

[0171] (12) また、上記(11)の超音波信号処理装置は、前記関心領域に超音波を前記超音波プローブに送信させ、前記超音波に対応して前記関心領域から反射された超音波に基づいて断層画像を生成する断層画像生成部をさらに備え、前記動き検知部は、前記断層画像の時系列な輝度変化に基づいて動き検出を行う、としてもよい。

[0172] 上記構成により、Bモード画像を生成する場合には簡易な方法で、超音波プローブと被検体との相対移動を検知することができる。

[0173] (13) また、上記(11)の超音波信号処理装置は、前記動き検知部は、前記超音波プローブに設けられたセンサから前記超音波プローブの動きに関する情報を取得する、としてもよい。

[0174] 上記構成により、超音波プローブの動きを直接検知できるため、正確に超音波プローブと被検体との相対移動を検知することができる。

[0175] (14) また、上記(11)の超音波信号処理装置は、前記超音波プローブを撮像した画像を取得するプローブ画像取得部をさらに備え、前記動き検知部は、前記プローブ画像取得部から取得した画像の時系列な変化に基づいて動き検出を行う、としてもよい。

[0176] 上記構成により、超音波プローブと被検体との相対移動を直接的に検知す

ることができる。

- [0177] (15) 実施の形態に係る超音波信号処理装置は、上記(1)～(14)の超音波信号処理装置と、前記超音波信号処理装置に接続される超音波プローブとを備えることを特徴とする。

産業上の利用可能性

- [0178] 本開示に係る超音波診断装置、および、超音波信号処理方法は、超音波を用いた被検体の硬さの測定に有用である。そのため、組織の硬さや物質の硬さの測定精度を向上させることが可能となり、医療診断機器や非破壊検査装置等において高い利用可能性を持つ。

符号の説明

- [0179] 100 超音波診断装置
101 プローブ
102 操作入力部
103 プッシュ波生成部
104 検出波生成部
105 送信ビームフォーマ部
106 マルチプレクサ部
107 受信ビームフォーマ部
108 データ格納部
109 対象群設定部
110 速度算出部
111 動き検知部
112 Bモード画像生成部
113 表示制御部
114 制御部
115 表示部
150 超音波信号処理回路
1000 超音波診断システム

請求の範囲

- [請求項1] 被検体内に変位を発生させるためのプッシュ波を超音波プローブに送信させるプッシュ波送信部と、
- 前記プッシュ波の送信に続き、前記被検体内の解析対象範囲を示す関心領域を通過する検出波を前記超音波プローブに送信させる超音波送信部と、
- 前記超音波プローブを用いて前記検出波に対応して前記関心領域から反射された超音波を受信し受信信号に変換する検出波受信部と、
- 前記関心領域内の複数の位置のそれぞれについて整相加算を行って音響線信号を生成する整相加算部と、
- 前記関心領域内の複数の位置から、対応する音響線信号の信号品質が相対的に高い観測点からなる複数の対象領域を抽出し、前記複数の対象領域を含む対象群を伝播解析の対象として設定する対象群設定部と、
- 前記対象群に含まれる複数の観測点のそれぞれに対応する音響線信号に基づいて、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する機械的特性算出部と
- を備える超音波信号処理装置。
- [請求項2] 前記対象群設定部は、前記関心領域内に複数の部分領域を設け、部分領域ごとに前記対象領域を抽出することを特徴とする請求項1に記載の超音波信号処理装置。
- [請求項3] 前記対象群設定部は、前記部分領域のそれぞれに対象候補領域を複数設け、前記部分領域ごとに1つの対象候補領域を対象領域として抽出することを特徴とする請求項2に記載の超音波信号処理装置。
- [請求項4] 前記対象群設定部は、前記対象領域内の観測点における音響線信号の信号品質が所定の品質を満たさない場合に、当該観測点を含む部分領域について、対象領域の抽出を再度行う

ことを特徴とする請求項 1 から 3 に記載の超音波信号処理装置。

[請求項5] 前記対象群設定部は、前記超音波プローブに列設される振動子の並ぶ方向において、前記観測点が略等間隔に並ぶように前記対象群を設定する

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の超音波信号処理装置。

[請求項6] 前記対象群設定部は、前記対象領域において、前記超音波プローブに列設される振動子の並ぶ方向において、前記対象領域の幅が観測点 1 つ分であるように前記対象領域を抽出する

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の超音波信号処理装置。

[請求項7] 前記対象群設定部は、いずれかの部分領域において、部分領域内の観測点に対応する前記音響線信号の信号品質が所定の品質を満たさない場合に、当該部分領域について、対象領域を設けない

ことを特徴とする請求項 2 から 6 のいずれか 1 項に記載の超音波信号処理装置。

[請求項8] 前記機械的特性算出部は、対象領域を含まない部分領域の数が所定数以上である場合に、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出しない

ことを特徴とする請求項 7 に記載の超音波信号処理装置。

[請求項9] 前記対象群設定部は、前記音響線信号の信号品質として前記音響線信号の振幅の絶対値を用いる

ことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の超音波信号処理装置。

[請求項10] 前記対象群設定部は、前記音響線信号の信号品質として前記音響線信号の信号対雑音比の値を用いる

ことを特徴とする 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の超音波信号処理装置。

- [請求項11] 前記超音波プローブと前記被検体との相対移動を検知する動き検知部をさらに備え、
- 前記機械的特性算出部は、前記相対移動における変動量が所定の基準以下である場合に、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する
- ことを特徴とする請求項1から10のいずれか1項に記載の超音波信号処理装置。
- [請求項12] 前記関心領域に超音波を前記超音波プローブに送信させ、前記超音波に対応して前記関心領域から反射された超音波に基づいて断層画像を生成する断層画像生成部をさらに備え、
- 前記動き検知部は、前記断層画像の時系列な輝度変化に基づいて動き検出を行う
- ことを特徴とする請求項11に記載の超音波信号処理装置。
- [請求項13] 前記動き検知部は、前記超音波プローブに設けられたセンサから前記超音波プローブの動きに関する情報を取得する
- ことを特徴とする請求項11に記載の超音波信号処理装置。
- [請求項14] 前記超音波プローブを撮像した画像を取得するプローブ画像取得部をさらに備え、
- 前記動き検知部は、前記プローブ画像取得部から取得した画像の時系列な変化に基づいて動き検知を行う
- ことを特徴とする請求項13に記載の超音波信号処理装置。
- [請求項15] 請求項1から14のいずれか1項に記載の超音波信号処理装置と、前記超音波信号処理装置に接続される超音波プローブとを備えることを特徴とする超音波診断装置。
- [請求項16] 被検体内に変位を発生させるためのプッシュ波を超音波プローブに送信させ、
- 前記プッシュ波の送信に続き、前記被検体内の解析対象範囲を示す関心領域を通過する検出波を前記超音波プローブに送信させ、

前記超音波プローブを用いて前記検出波に対応して前記関心領域から反射された超音波を受信し受信信号に変換し、

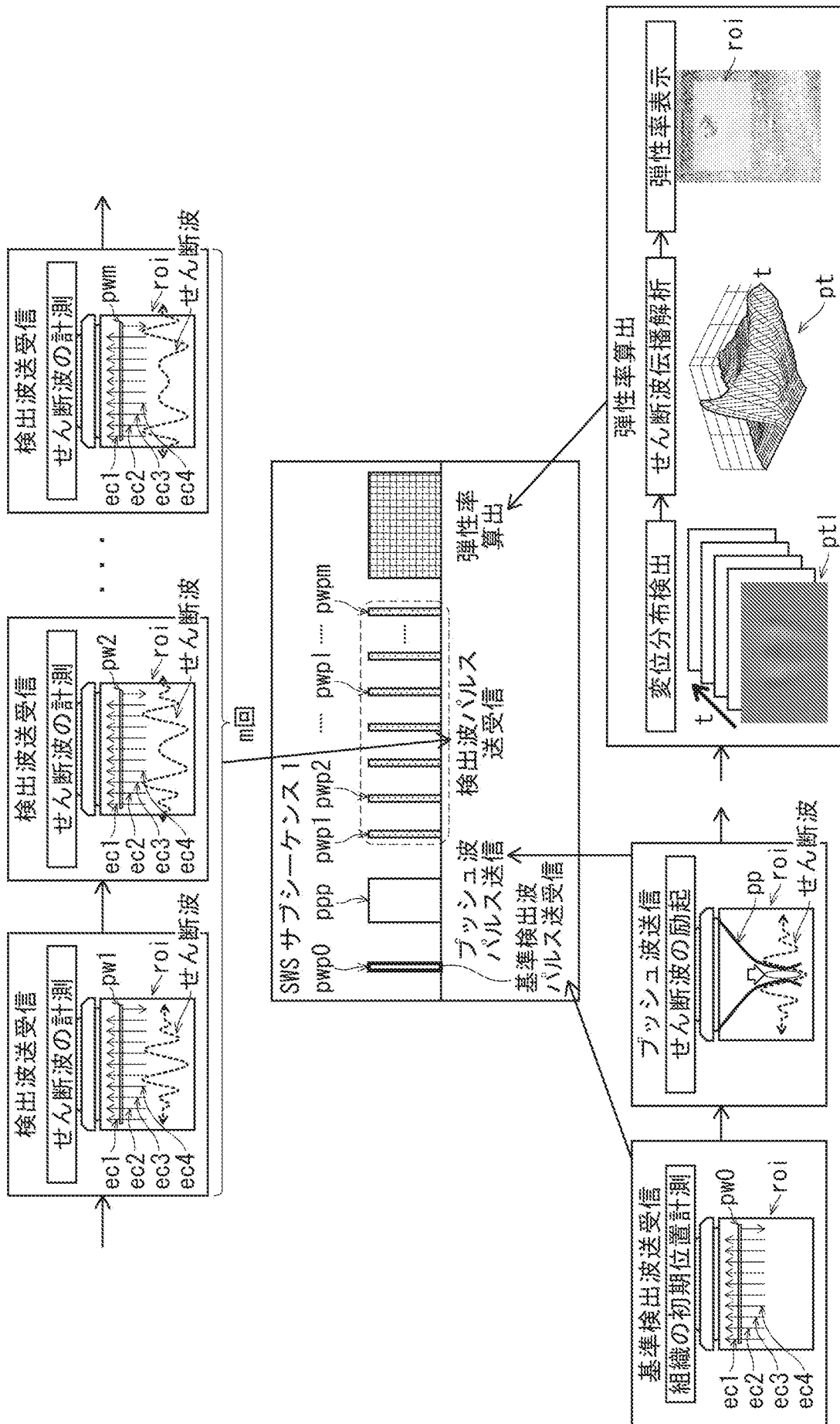
前記関心領域内の複数の位置のそれぞれについて整相加算を行って音響線信号を生成し、

前記関心領域内の複数の位置から、対応する音響線信号の信号品質が相対的に高い観測点からなる複数の対象領域を抽出し、前記複数の対象領域を含む対象群を伝播解析の対象として設定し、

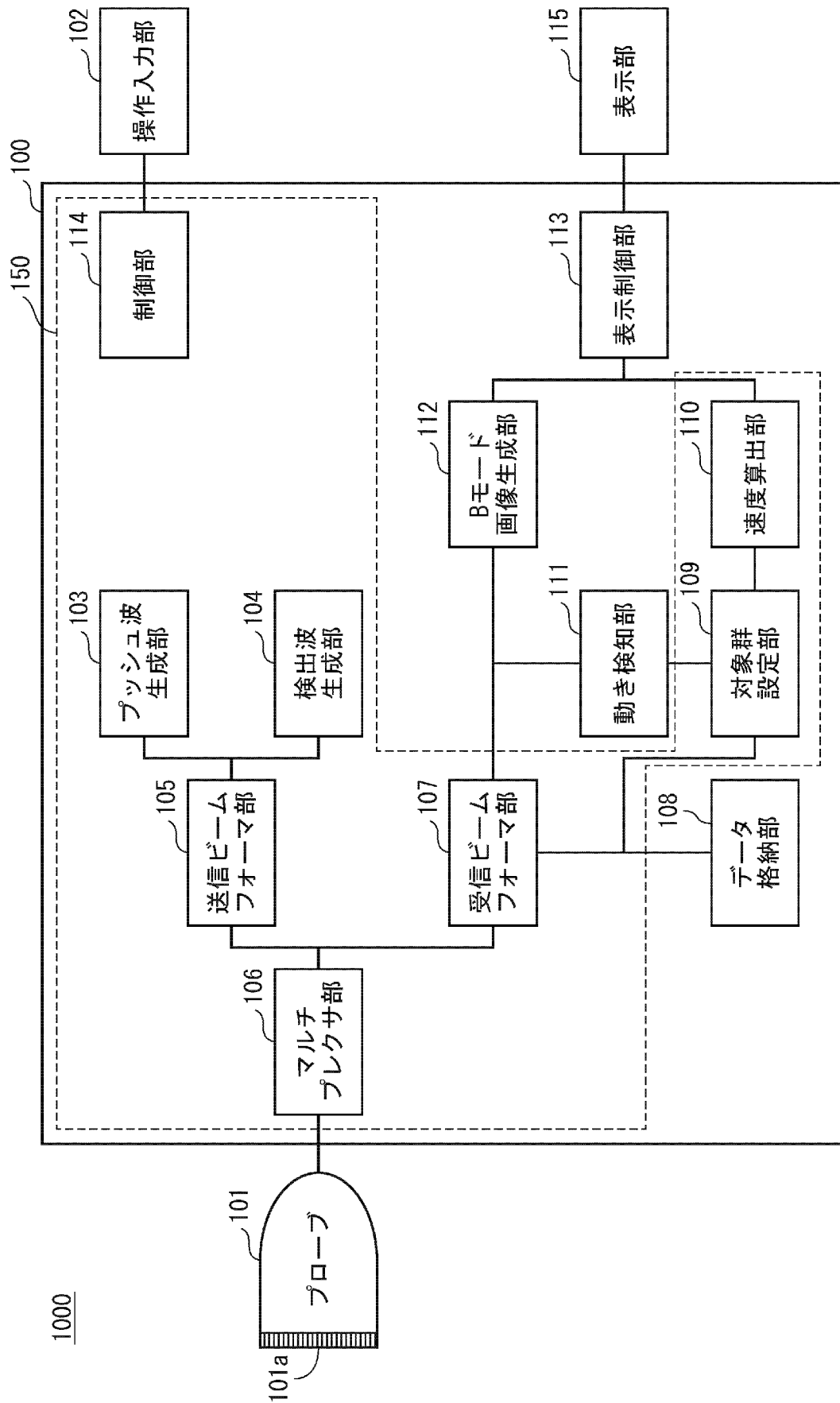
前記対象群に含まれる複数の観測点のそれぞれに対応する音響線信号に基づいて、前記関心領域における前記被検体の機械的特性を算出する

超音波信号処理方法。

[図1]

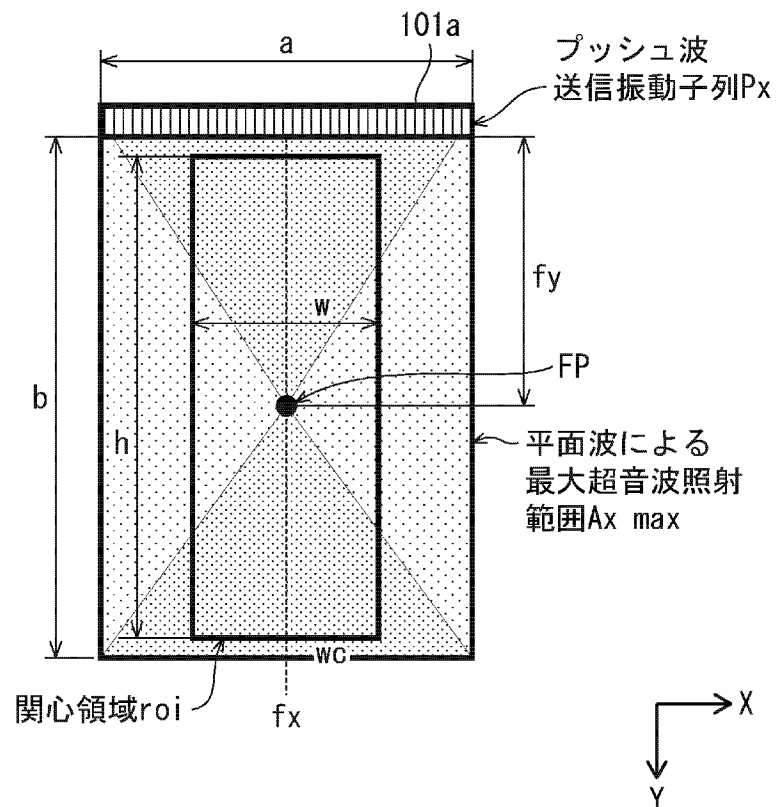


[図2]

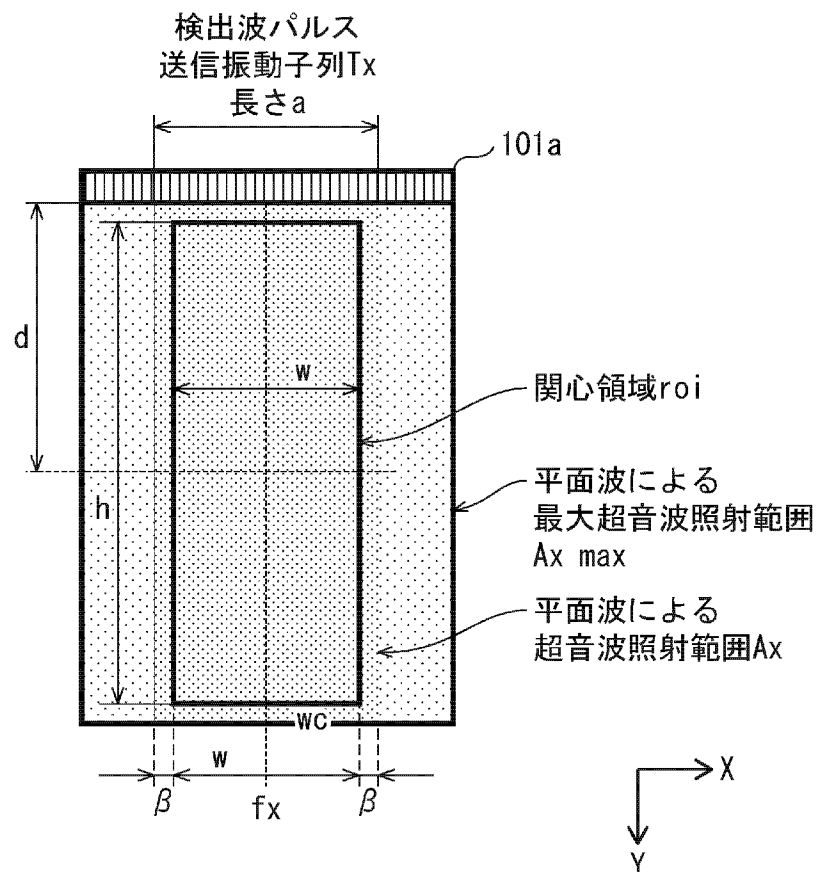


[図3]

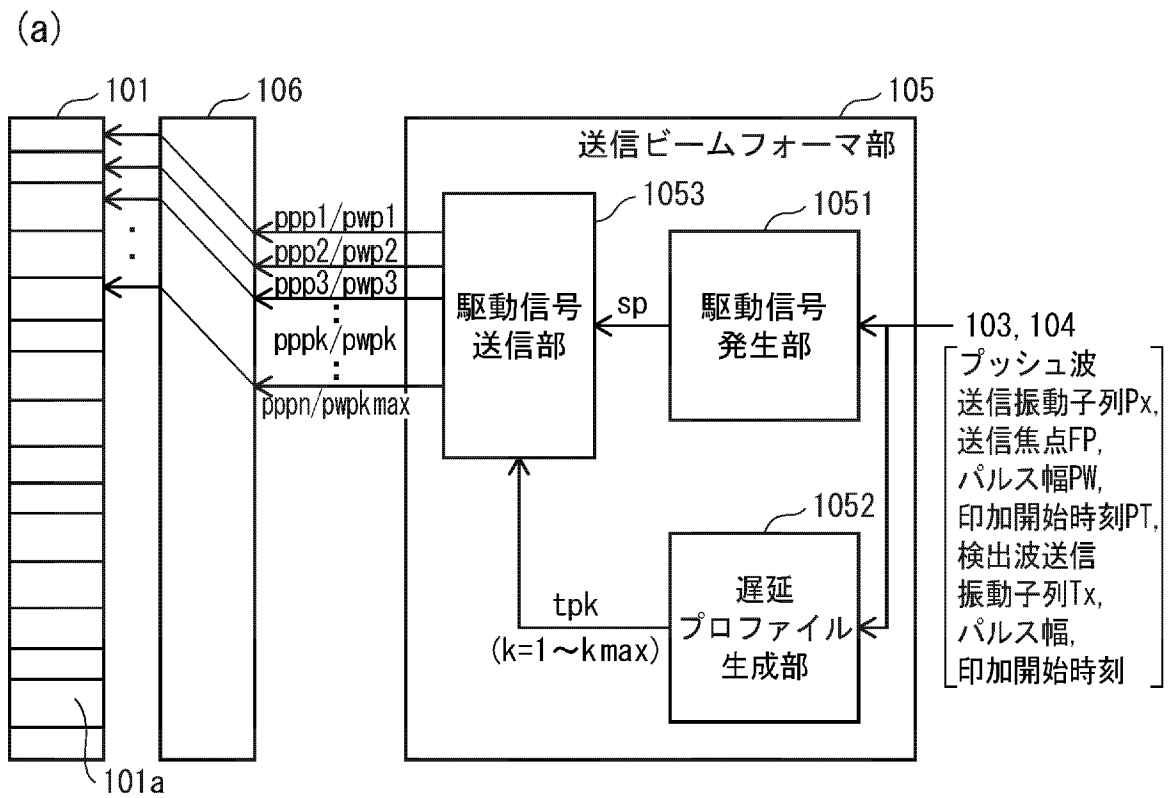
(a)



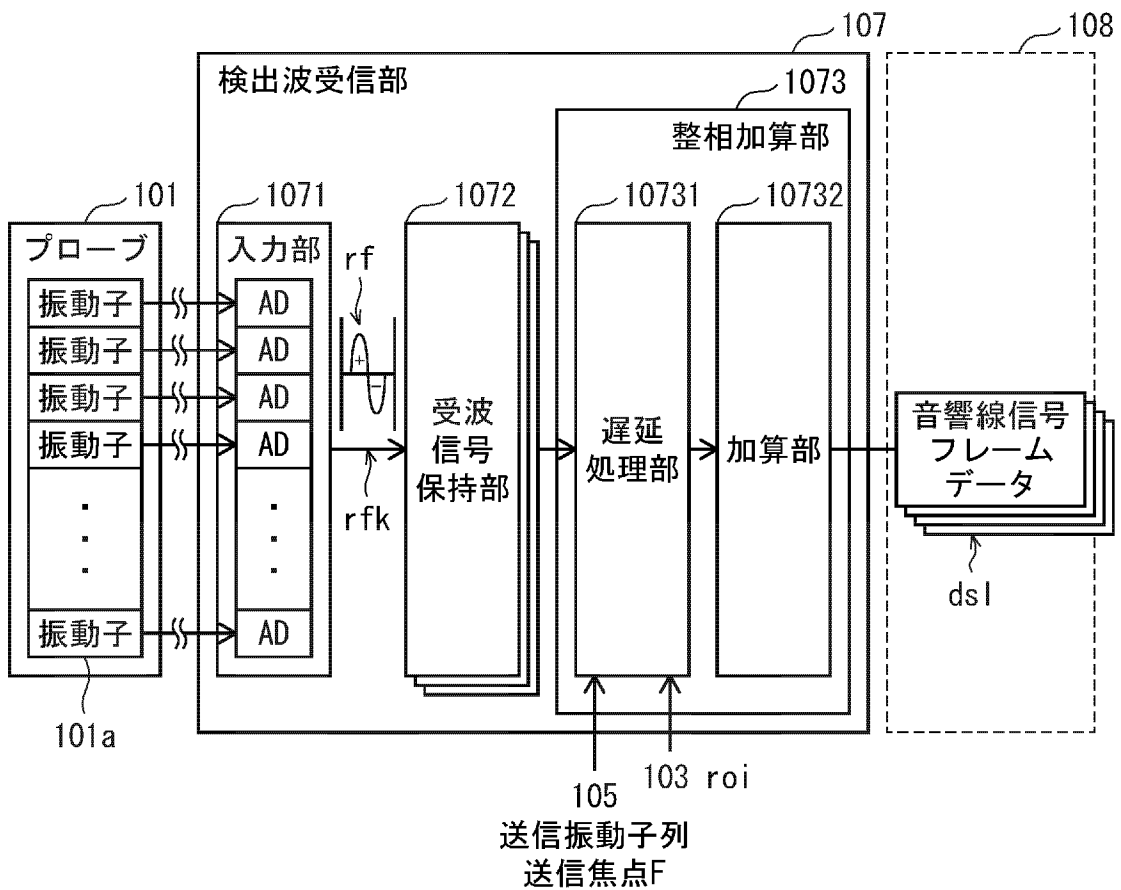
(b)



[図4]

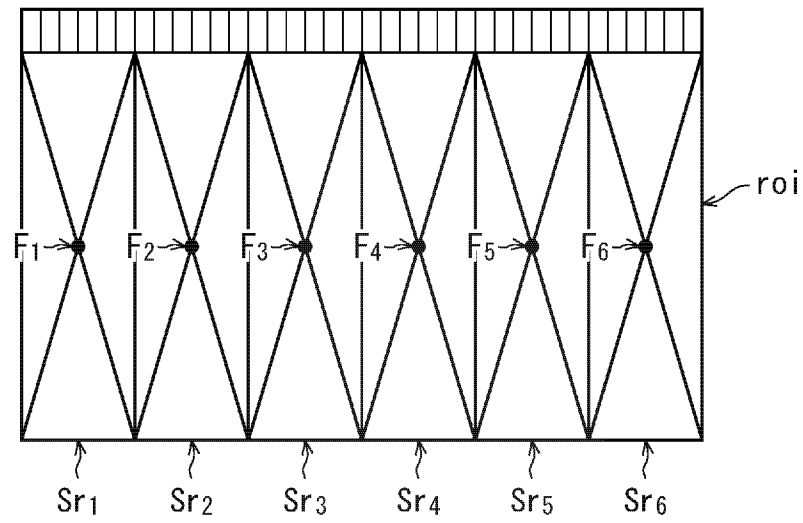


(b)

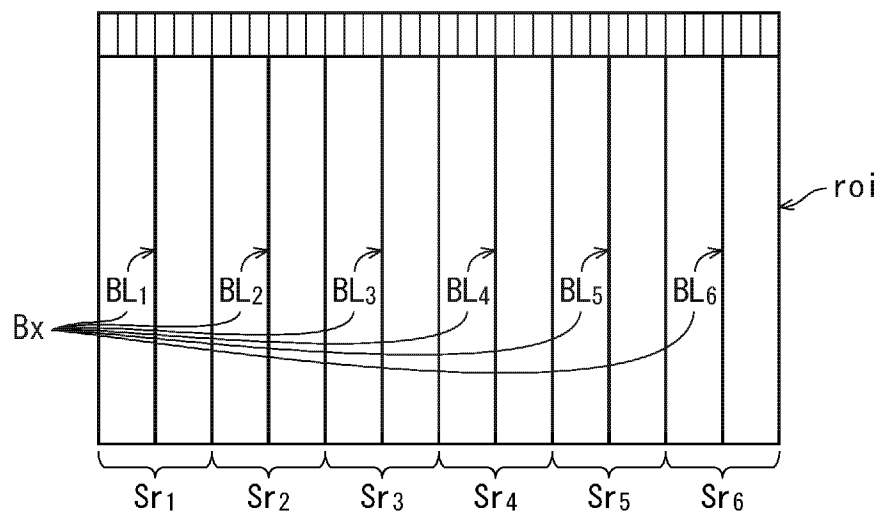


[図5]

(a)

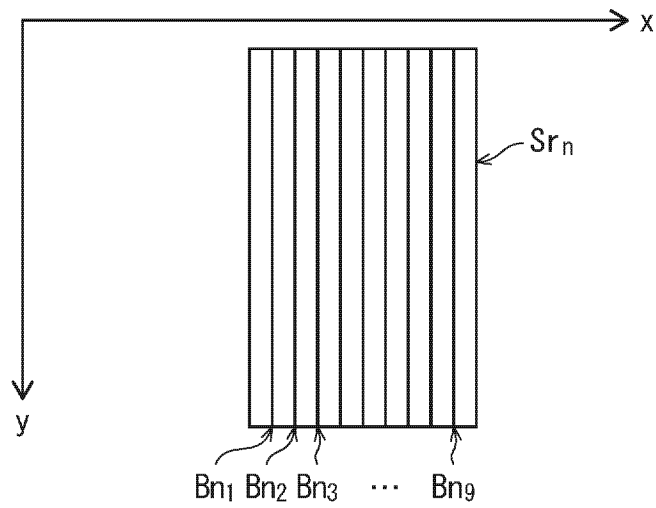


(b)

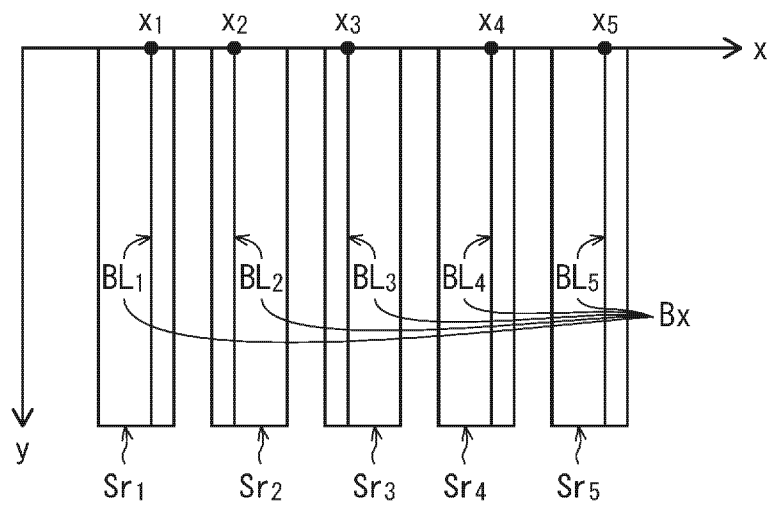


[図6]

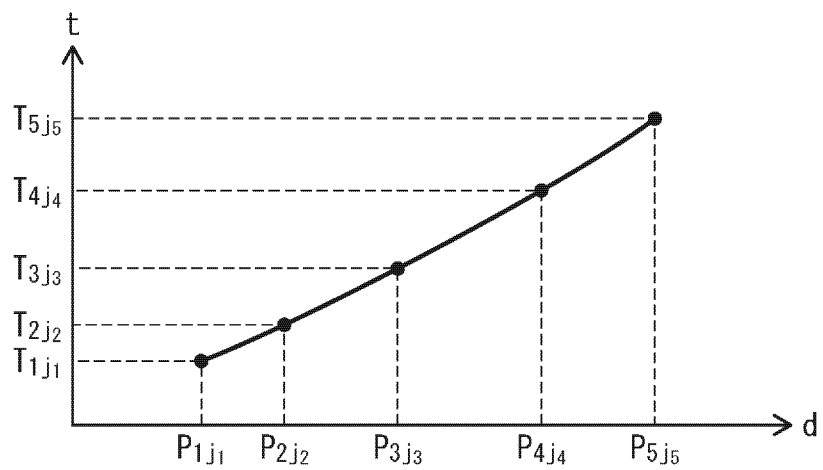
(a)



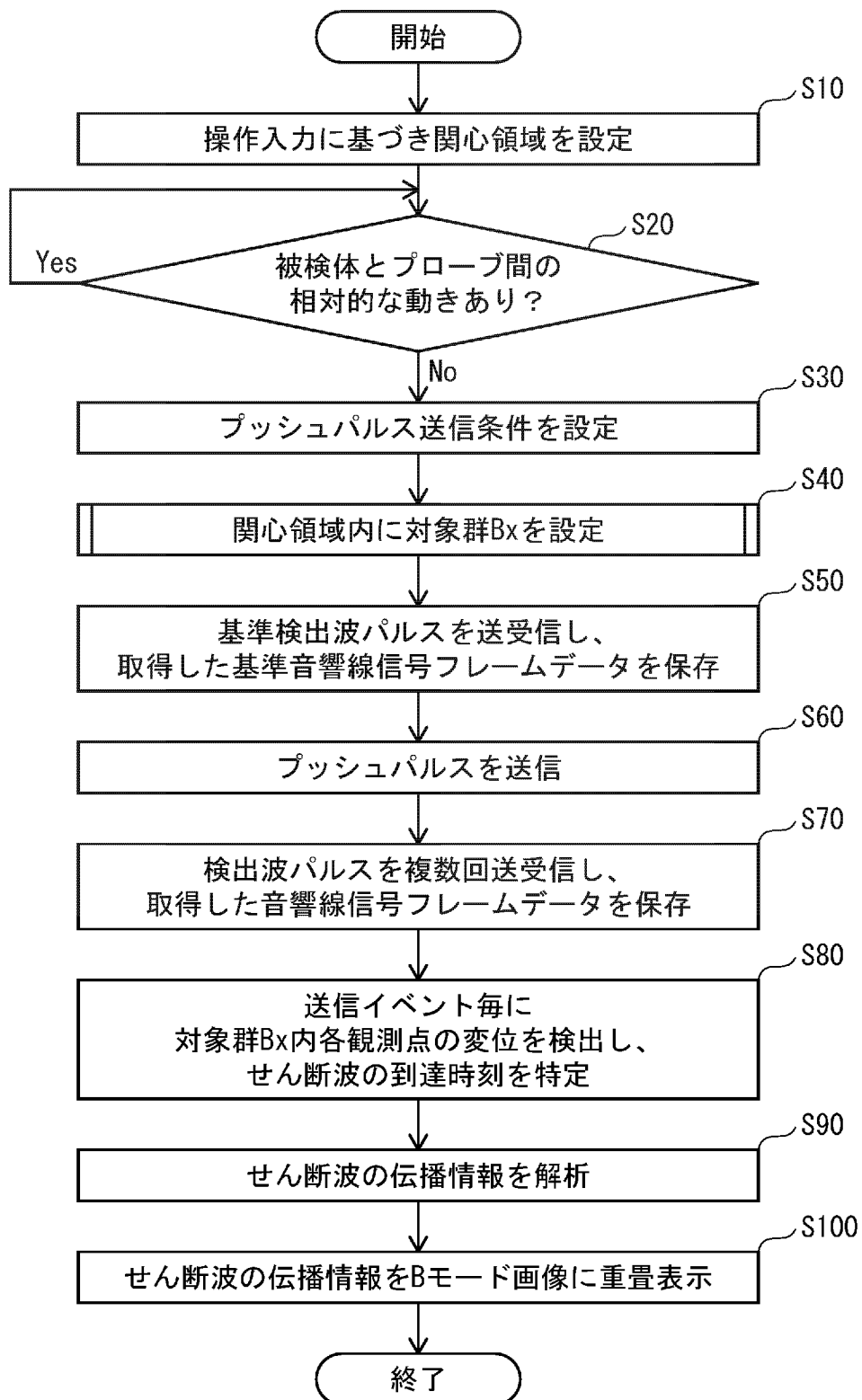
(b)



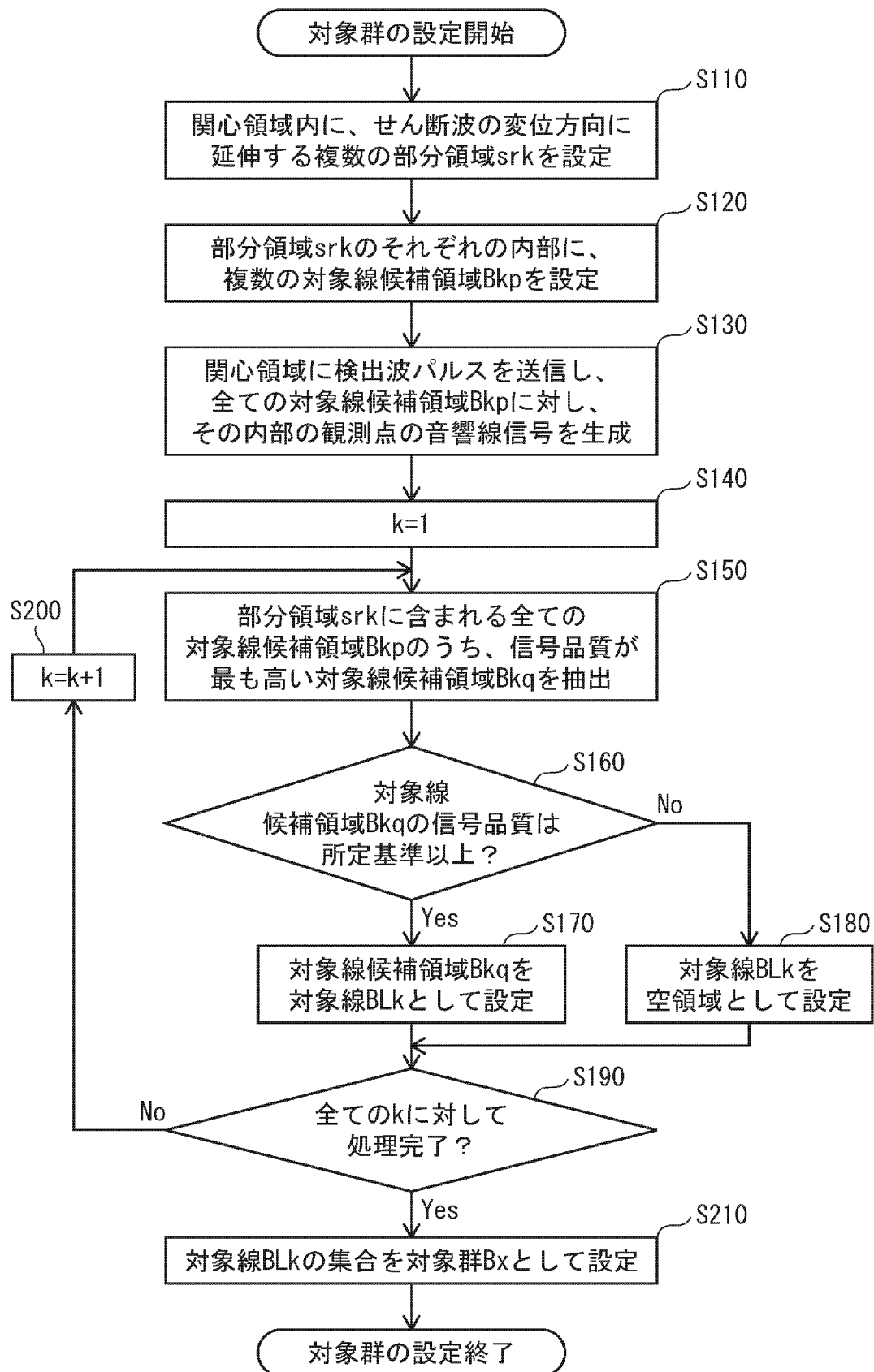
(c)



[図7]

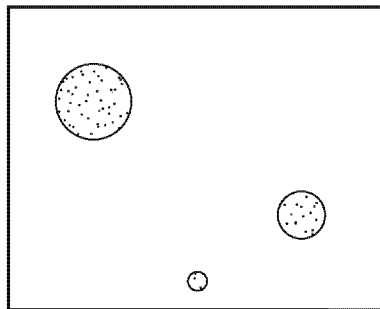


[図8]

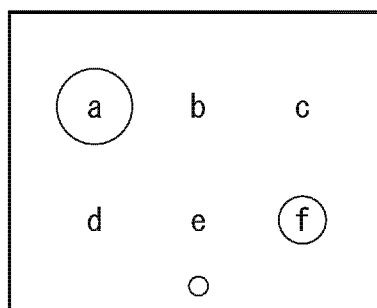


[図9]

(a)



(b)

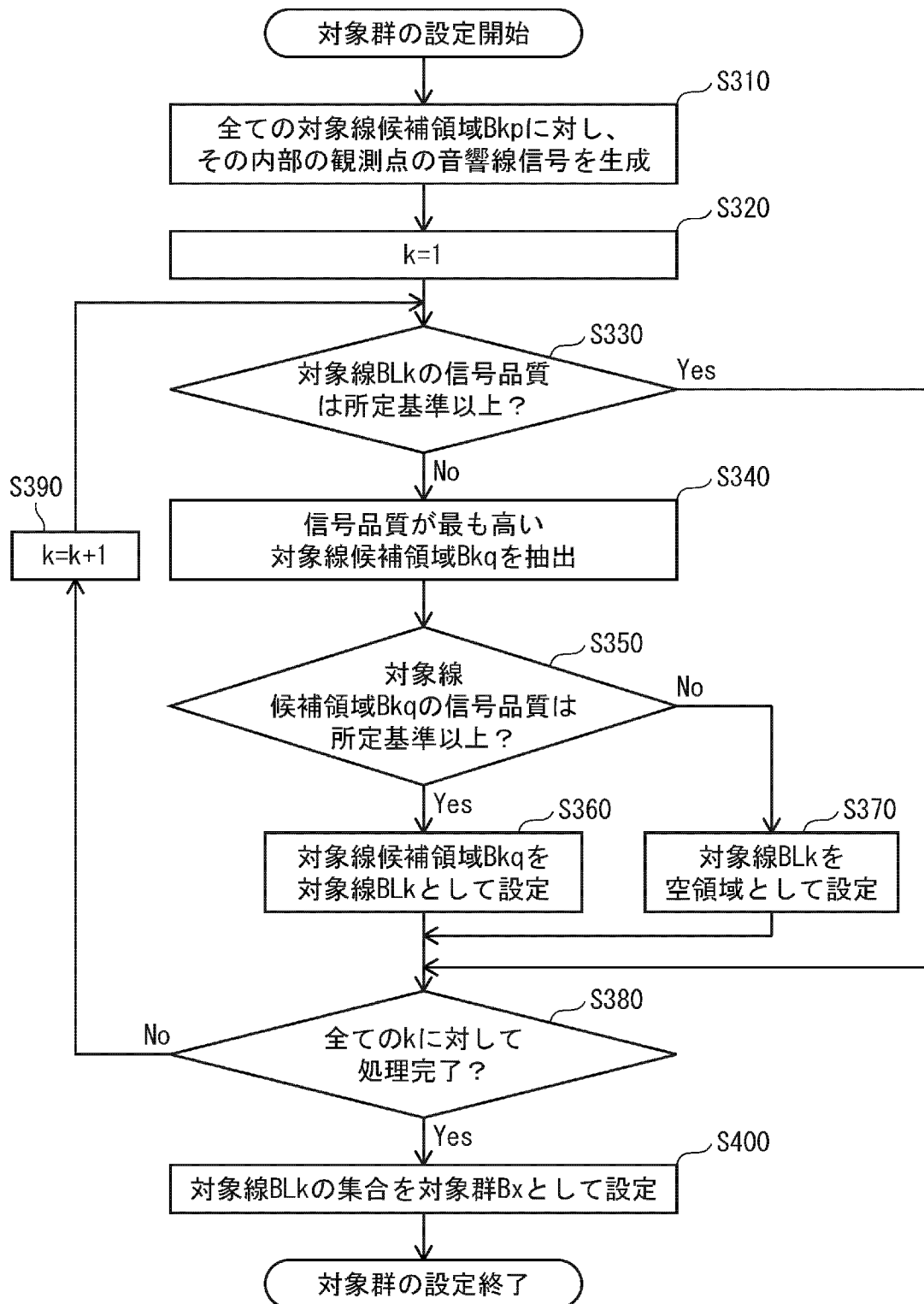


a	10
b	3
c	3
d	3
e	3
f	8

(c)

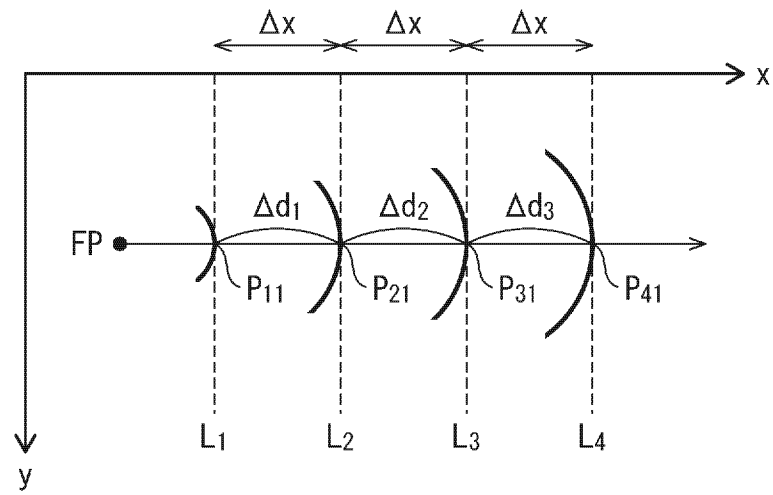
10	3	3
3	3	8

[図10]

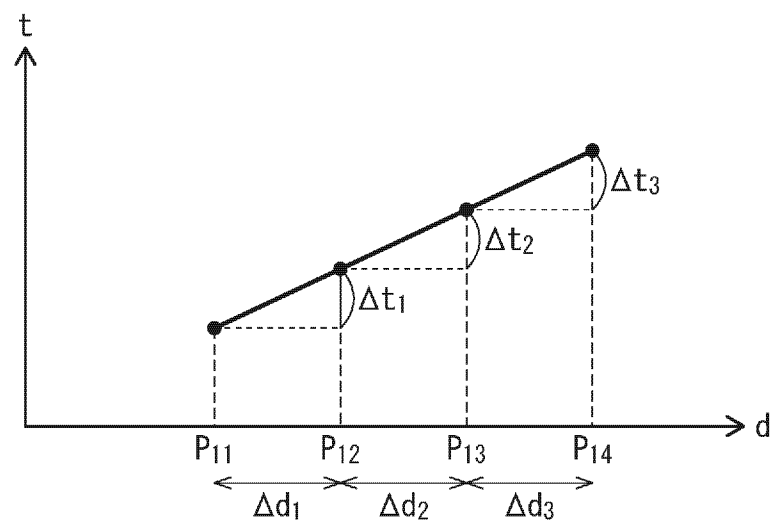


[図11]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044808

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B8/08 (2006.01) i

FI: A61B8/08

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)

Int.Cl. A61B8/00-8/15

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
Y A	US 2018/0310918 A1 (SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA, INC.) 01 November 2018, particularly, paragraphs [0022]-[0041], [0053]-[0058], fig. 1-3	1-2, 5-7, 9-10, 15-16 3-4, 8, 11-14
Y A	JP 2014-4375 A (SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA, INC.) 16 January 2014, particularly, paragraph [0057]	1-2, 5-7, 9-10, 15-16 3-4, 8, 11-14
Y	US 2013/0218011 A1 (SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA, INC.) 22 August 2013, particularly, paragraph [0048]	9

☐ 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
14.01.2020

Date of mailing of the international search report
28.01.2020

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/044808

US 2018/0310918 A1 01 November 2018

DE 102018205969 A1

CN 108784744 A

KR 10-2018-0120613 A

JP 2014-4375 A 16 January 2014

US 2013/0345565 A1

particularly, paragraph [0061]

DE 102013010060 A1

KR 10-2014-0000638 A

CN 103505243 A

US 2013/0218011 A1 22 August 2013

DE 102013002065 A1

CN 103251430 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 8/08(2006.01)i FI: A61B8/08														
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）） A61B8/00-8/15 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
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												
Y A	US 2018/0310918 A1 (SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA, INC.) 01.11.2018 (2018 - 11 - 01) 特に第22-41, 53-58段落、図1-3	1-2, 5-7, 9-10, 15-16 3-4, 8, 11-14												
Y A	JP 2014-4375 A (シーメンス メディカル ソリューションズ ユーエスエー インコーポレイテッド) 16.01.2014 (2014 - 01 - 16) 特に第57段落	1-2, 5-7, 9-10, 15-16 3-4, 8, 11-14												
Y	US 2013/0218011 A1 (SIEMENS MEDICAL SOLUTIONS USA, INC.) 22.08.2013 (2013 - 08 - 22) 特に第48段落	9												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 14.01.2020	国際調査報告の発送日 28.01.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 後藤 順也 2U 3101 電話番号 03-3581-1101 内線 3292													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/044808

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2018/0310918	A1	01.11.2018	DE	102018205969	A1	
				CN	108784744	A	
				KR	10-2018-0120613	A	
JP	2014-4375	A	16.01.2014	US	2013/0345565	A1	
				特に第61段落			
				DE	102013010060	A1	
				KR	10-2014-0000638	A	
				CN	103505243	A	
US	2013/0218011	A1	22.08.2013	DE	102013002065	A1	
				CN	103251430	A	