

(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
2014 年 4 月 17 日(17.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/057658 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 8/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005989
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 8 日(08.10.2013)
- (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 2012-226575 2012 年 10 月 12 日(12.10.2012) 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: 進 泰彰(SUSUMU, Yasuaki).
- (74) 代理人: 新居 広守, 外(NII, Hiromori et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 3 番 10 号タナカ・イトーピア新大阪ビル 6 階新居国際特許事務所内 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, 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, LT, 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.

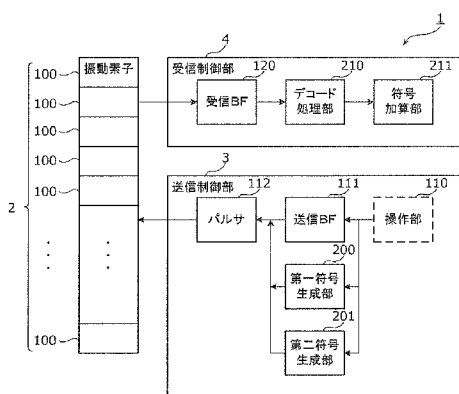
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

(54) Title: ULTRASONIC WAVE SIGNAL PROCESSING DEVICE, ULTRASONIC WAVE SIGNAL PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 超音波信号処理装置、超音波信号処理方法、およびプログラム



- 3 Transmission control unit
4 Reception control unit
100 Vibration element
110 Operation unit
111 Transmission BF
112 Pulsar
120 Reception BF
200 First code generation unit
201 Second code generation unit
210 Decoding processing unit
211 Code addition unit

(57) Abstract: An ultrasonic wave signal processing device (1) is provided with a vibration element array (2), a transmission control unit (3), and a reception control unit (4), the transmission control unit having: a first code generation unit (200); a second code generation unit (201); and a pulsar (112) for generating ultrasonic waves by (i) outputting a first code string (G1) at a first timing and outputting a second code string (G2) at a second timing to a first vibration element (100), and (ii) outputting a third code string (G3) at the first timing and a fourth code string (G4) at the second timing to a second vibration element sandwiching the first vibration element, the reception control unit having: a decoding processing unit (210) for performing a first filter process and a second filter process on, respectively, a first echo of the ultrasonic wave of the first timing and a second echo of the ultrasonic wave of the second timing; and a code addition unit (211) for adding the results of the first filter process and for adding the results of the second filter process.

(57) 要約: 超音波信号処理装置 (1) は、振動素子アレイ (2) と、送信制御部 (3) と、受信制御部 (4) とを備え、送信制御部は、第一符号生成部 (200) と、第二符号生成部 (201) と、(i) 第一振動素子 (100) に、第一符号列 (G1) を第一タイミングで出力し、かつ、第二符号列 (G2) を第二タイミングで出力し、かつ、(ii) 第一振動素子を挟み込む第二振動素子に、第三符号列 (G3) を第一タイミングで出力し、かつ、第四符号列 (G4) を第二タイミングで出力することで超音波を発生させるパルス (112) とを有し、受信制御部は、第一タイミングの超音波による第一エコーと、第二タイミングの超音波による第二エコーとのそれぞれに対して、第一フィルタ処理および第二フィルタ処理を行うデコード処理部 (210) と、第一フィルタ処理の結果同士を加算し、かつ、第二フィルタ処理の結果同士を加算する符号加算部 (211) と、を有する。

明 細 書

発明の名称：

超音波信号処理装置、超音波信号処理方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、超音波を被検体に対して送信し、被検体において超音波が反射されたエコーを受信する超音波信号処理装置などに関する。

背景技術

[0002] 超音波のエコー信号のS/Nを高めるために、ゴレイ符号を用いた超音波を利用することが知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に記載のシステムでは、ゴレイ符号を用いた超音波を利用することで、ダイナミック・フォーカス時のフレームレート低下を防ぐことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4472802号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、超音波の焦点位置から手前側の領域および奥側の領域の両方において被検体の内部の可視化を精度よく行うことは難しいという問題がある。

[0005] そこで、本発明の目的は、上記の課題を解決するためになされたものであって、超音波の焦点位置から手前側の領域および奥側の領域の両方において被検体の内部の可視化を精度よく行うことができる、超音波信号処理装置などを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る超音波信号処理装置は、複数の振動素子を有し、超音波を被検体に発すると共に、当該超音波が前

記被検体において反射されたエコーを受信する振動素子アレイと、前記振動素子アレイから符号化された信号に応じた超音波を発生させる送信制御部と、前記振動素子アレイにおいて受信されたエコーに応じた信号を復号する受信制御部と、を備え、(i) 第一符号パターンおよび第二符号パターンと、第三符号パターンおよび第四符号パターンとがそれぞれ相補系列の関係を満たす2組の相補系列ペアであり、かつ、(ii) 前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンと、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとがそれぞれ直交符号の関係を満たす2組の直交符号ペアである場合に、前記送信制御部は、前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンとが並ぶことによりなる第一符号列と、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとが並ぶことによりなる第二符号列とによりなる第一符号組を生成する第一符号生成部と、前記第一符号列の一方の符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第三符号列と、前記第二符号列の前記一方の符号パターンと前記相補系列ペアである符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第四符号列とによりなる第二符号組を生成する第二符号生成部と、(i) 前記複数の振動素子のうちの1以上の第一振動素子に、前記第一符号組のうちの前記第一符号列を第一タイミングで出力し、かつ、前記第二符号列を前記第一タイミングよりも後の第二タイミングで出力し、かつ、(ii) 前記1以上の第一振動素子を挟み込む位置に配置される複数の第二振動素子に、前記第二符号組のうちの前記第三符号列を前記第一タイミングで出力し、かつ、前記第四符号列を前記第二タイミングで出力することで、前記振動素子アレイから前記超音波を発生させるパルサと、を有し、前記受信制御部は、前記振動素子アレイにより受信された前記エコーのうちの、前記第一タイミングで出力された前記第一符号列および前記第三符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第一エコーと、前記第二タイミングで出力された前記第二符号列および前記第四符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第二エコーとのそれぞれに対して、前記2組の相補系列ペアの一方を抽出するための第一フィルタによる第一フィルタ処理と、前記2組の相補系列ペアの他方を抽出するため

の第二フィルタによる第二フィルタ処理と、を行うデコード処理部と、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第一フィルタ処理の結果である第一結果同士を加算し、かつ、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第二フィルタ処理の結果である第二結果同士を加算する符号加算部と、を有する。

[0007] なお、これらの全般的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

発明の効果

[0008] 本発明の超音波信号処理装置および超音波信号処理方法は、超音波の焦点位置から手前側の領域および奥側の領域の両方において被検体の内部の可視化を精度よく行うことができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施の形態1の超音波信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、デコード処理部を示すブロック図である。

[図3]図3は、送信超音波信号生成のフローチャートである。

[図4]図4は、符号と送信開口の関係を示す図である。

[図5]図5は、受信超音波信号の復号方法のフローチャートである。

[図6]図6は、実施の形態2の超音波信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[図7]図7は、重み処理部のフローチャートである。

[図8]図8は、一次元的に複数の振動素子が並ぶ振動素子アレイの一例を示す図である。

[図9]図9は、二次元的に複数の振動素子が並ぶ振動素子アレイの一例を示す図である。

[図10]図10は、超音波信号処理装置によって行われる超音波信号処理方法

を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] (本発明の基礎となった知見)

本発明者は、「背景技術」の欄において記載した、システムに関し、以下の問題が生じることを見出した。

[0011] ゴレイ符号とは2つの符号系列の非周期自己相関関数の和が0シフト地点を除いて0になる符号系列のことである。例えば、(式1)に示す系列S1と系列S2が同一の長さLをもつ2相(+、-)のゴレイ符号である場合、S1とS2は(式2)の条件を満たす。

[0012] [数1]

$$S1 = [s1_1, s1_2, \dots, s1_L], S2 = [s2_1, s2_2, \dots, s2_L] \quad \dots (式1)$$

[0013] [数2]

$$RS_{S1}(\tau) + RS_{S2}(\tau) = \sum_{n=1}^{L-\tau} (s1_n s1_{L-n-1} + s2_n s2_{L-n-1}) = 0 \quad (\tau \neq 0) \quad \dots (式2)$$

[0014] (式2)において、RSは自己相関関数を示し、 τ は時間シフトを示す。

[0015] 従来、超音波のエコー信号を用いたが画像診断や非破壊検査を行う際には、送信ビームの影響により、浅部の分解能、深部の感度はトレードオフの関係にあるという問題があった。具体的には、送信ビームを送信する送信開口が小さい場合には、小さい面積から超音波を送信することになる。このため焦点位置よりもプローブに近い位置における方位分解能がよくなる一方で、焦点位置よりもプローブから遠い位置まで超音波が届きにくくなる。また、送信ビームを送信する送信開口が大きい場合には、大きい面積から超音波を送信することになる。このため焦点位置よりもプローブに近い領域に超音波が届きやすい一方で、焦点位置よりもプローブに近い領域における方位分解能が悪くなる。

[0016] このような問題を解決するために、本発明の一態様に係る超音波信号処理装置は、複数の振動素子を有し、超音波を被検体に発すると共に、当該超音

波が前記被検体において反射されたエコーを受信する振動素子アレイと、前記振動素子アレイから符号化された信号に応じた超音波を発生させる送信制御部と、前記振動素子アレイにおいて受信されたエコーに応じた信号を復号する受信制御部と、を備え、（i）第一符号パターンおよび第二符号パターンと、第三符号パターンおよび第四符号パターンとがそれぞれ相補系列の関係を満たす2組の相補系列ペアであり、かつ、（ii）前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンと、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとがそれぞれ直交符号の関係を満たす2組の直交符号ペアである場合に、前記送信制御部は、前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンとが並ぶことによりなる第一符号列と、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとが並ぶことによりなる第二符号列とによりなる第一符号組を生成する第一符号生成部と、前記第一符号列の一方の符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第三符号列と、前記第二符号列の前記一方の符号パターンと前記相補系列ペアである符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第四符号列とによりなる第二符号組を生成する第二符号生成部と、（i）前記複数の振動素子のうちの1以上の第一振動素子に、前記第一符号組のうちの前記第一符号列を第一タイミングで出力し、かつ、前記第二符号列を前記第一タイミングよりも後の第二タイミングで出力し、かつ、（ii）前記1以上の第一振動素子を挟み込む位置に配置される複数の第二振動素子に、前記第二符号組のうちの前記第三符号列を前記第一タイミングで出力し、かつ、前記第四符号列を前記第二タイミングで出力することで、前記振動素子アレイから前記超音波を発生させるパルサと、を有し、前記受信制御部は、前記振動素子アレイにより受信された前記エコーのうちの、前記第一タイミングで出力された前記第一符号列および前記第三符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第一エコーと、前記第二タイミングで出力された前記第二符号列および前記第四符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第二エコーとのそれぞれに対して、前記2組の相補系列ペアの一方を抽出するための第一フィルタによる第一フィルタ処理と、前記2組の相補系列ペアの他方を抽出す

るための第二フィルタによる第二フィルタ処理と、を行うデコード処理部と、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第一フィルタ処理の結果である第一結果同士を加算し、かつ、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第二フィルタ処理の結果である第二結果同士を加算する符号加算部と、を有する。

[0017] これにより、相補系列の関係にある組を用いた超音波の一回の送信において、送信開口を小さく設定した超音波と当該送信開口が少なくとも含まれる当該送信開口よりも大きい送信開口による超音波の両方を送信でき、かつ、両方の超音波の分離が容易であるため、超音波の焦点位置から手前側の領域および奥側の領域の両方において被検体の内部の可視化を精度よく行うことができる。

[0018] また、例えば、前記送信制御部は、前記振動素子アレイを構成する前記複数の振動素子のそれぞれについて、予め定められたF値に基づいて、当該振動素子を、振動させない、前記第一振動素子として振動させる、および、前記第二振動素子として振動させる、のいずれか1つを決定してもよい。

[0019] また、例えば、さらに、操作者からの焦点距離に関する入力を受け付ける操作部を備え、前記送信制御部は、前記振動素子アレイを構成する前記複数の振動素子のそれぞれについて、前記操作部により受け付けられた位置に基づいて、当該振動素子を、振動させない、前記第一振動素子として振動させる、および、前記第二振動素子として振動させる、のいずれか1つを決定してもよい。

[0020] また、例えば、さらに、前記第一結果に対応する第一の重みを乗算し、かつ、前記第二結果に対応する第二の重みを乗算する重み処理部を備えてもよい。

[0021] また、例えば、前記重み処理部は、前記第一の重みおよび前記第二の重みを、予め設定されている焦点位置に基づいて、前記焦点位置において等しくなるように決定してもよい。

[0022] また、例えば、前記重み処理部は、前記第一符号組および前記第二符号組

に共通して含まれる符号パターンによる超音波が前記被検体において反射されたエコーに対する前記デコード処理が行われた結果であって、前記第一結果および前記第二結果のうち的一方の結果に対して乗算される前記第一の重みおよび前記第二の重みのうち一方の重みを、前記第一結果および前記第二結果のうち他方の結果に対して乗算される前記第一の重みおよび前記第二の重みのうち他方の重みよりも、前記焦点位置より手前側の領域ほど小さく、前記焦点位置より奥側の領域ほど大きくなるように決定してもよい。

[0023] また、例えば、前記重み処理部は、前記焦点位置からの距離にかかわらず、前記第一の重みおよび前記第二の重みを、互いに加算したときに一定値になるように決定してもよい。

[0024] なお、これらの全般的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0025] 以下、本発明の一態様に係る超音波信号処理装置および超音波信号処理方法について、図面を参照しながら具体的に説明する。なお、同じ要素には同じ符号を付しており、説明を省略する場合もある。

[0026] なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本発明の一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0027] （実施の形態１）

図１は、実施の形態１の超音波信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[0028] 超音波信号処理装置１は、振動素子アレイ２と、送信制御部３と、受信制

御部 4 とを備える。振動素子アレイ 2 は、複数の振動素子 100 を有し、超音波を被検体に発するとともに、当該超音波が前記被検体において反射されたエコーを受信する。送信制御部 3 は、操作部 110 と、送信 BF (Beam Former) 111 と、パルサ 112 と、第一符号生成部 200 と、第二符号生成部 201 とを有する。受信制御部 4 は、受信 BF (Beam Former) 120 と、デコード処理部 210 と、符号加算部 211 とを有する。

[0029] 振動素子アレイ 2 は、複数の振動素子 100 を有し、超音波を被検体に発すると共に、当該超音波が被検体において反射されたエコーを受信する。

[0030] 送信制御部 3 は、振動素子アレイ 2 から符号化された信号を含む超音波を発生させる。

[0031] 受信制御部 4 は、振動素子アレイ 2 において受信されたエコーに含まれる信号を復号する。

[0032] 図 2 は、実施の形態 1 のデコード処理部および符号加算部の構成を示すブロック図である。

[0033] デコード処理部 210 は、第一フィルタ処理部 220 と、第二フィルタ処理部 221 と、第三フィルタ処理部 222 と、第四フィルタ処理部 223 と、第一メモリ 224 と、第二メモリ 225 とを有する。符号加算部 211 は、第一符号加算部 226 と、第二符号加算部 227 とを有する。

[0034] 図 1 を用いて、超音波信号処理装置 1 のブロック図の説明を行う。

[0035] 操作部 110 は、操作者からの焦点距離に関する入力を受け付ける。操作部 110 は、受け付けた操作信号から送信ビーム信号と第一符号信号と第二符号信号とを算出する。操作部 110 は、算出した送信ビーム信号を送信 BF 111 に出力し、算出した第一符号信号を第一符号生成部 200 に出力し、算出した第二符号信号を第二符号生成部 201 に出力する。

[0036] 送信 BF 111 は、入力された送信ビーム信号から送信ビームプロファイルを算出し、算出した送信ビームプロファイルをパルサ 112 に出力する。

[0037] 第一符号生成部 200 は、入力された第一符号信号から第一符号組を算出

し、第一符号組をパルサ 1 1 2 へ出力する。

[0038] 第二符号生成部 2 0 1 は、入力された第二符号信号から第二符号組を算出し、第一符号組をパルサ 1 1 2 へ出力する。

[0039] パルサ 1 1 2 は、送信 B F 1 1 1 により出力された送信ビームプロファイルと、第一符号生成部 2 0 0 により生成された第一符号組と、第二符号生成部 2 0 1 により生成された第二符号組とに基づいて、振動素子アレイ 2 の複数の振動素子 1 0 0 を駆動するための駆動信号を複数の振動素子 1 0 0 へ出力する。

[0040] 複数の振動素子 1 0 0 は、入力された駆動信号に基づく超音波を被検体内へ出力する。

[0041] そして、複数の振動素子 1 0 0 は、被検体内の音響インピーダンスの差に応じて、被検体内で反射されたエコーを受信する。

[0042] 複数の振動素子 1 0 0 は、受信したエコーに基づいて R F (R a d i o F r e q u e n c y) 信号を生成し、生成した R F 信号を受信 B F 1 2 0 へ出力する。

[0043] 受信 B F 1 2 0 は、入力された R F 信号から D A S (D e l a y a n d S u m) 信号を算出し、算出した D A S 信号をデコード処理部 2 1 0 へ出力する。

[0044] デコード処理部 2 1 0 は、入力された D A S 信号から第一復号データと第二復号データとを算出し、算出した第一復号データと第二復号データとを符号加算部 2 1 1 へ出力する。

[0045] 符号加算部 2 1 1 は、入力された第一復号データおよび第二復号データから加算復号データを算出し、算出した加算復号データを出力する。

[0046] 次に図 2 を用いてデコード処理部のブロック図の説明を行う。

[0047] 第一フィルタ処理部 2 2 0 は、入力された D A S 信号から符号データ A を算出し、算出した符号データ A を第一メモリ 2 2 4 へ出力する。

[0048] 第二フィルタ処理部 2 2 1 は、入力された D A S 信号から符号データ B を算出し、算出した符号データ B を第二メモリ 2 2 5 へ出力する。

- [0049] 第三フィルタ処理部 222 は、入力された D A S 信号から符号データ C を算出し、算出した符号データ C を第一符号加算部 226 へ出力する。
- [0050] 第四フィルタ処理部 223 は、入力された D A S 信号から符号データ D を算出し、算出した符号データ D を第二符号加算部 227 へ出力する。
- [0051] 第一メモリ 224 は、符号データ A を符号データ C が第三フィルタ処理部 222 により第一符号加算部 226 へ出力されるタイミングまで保存し、当該タイミングで符号データ A を第一符号加算部 226 へ出力する。
- [0052] 第二メモリ 225 は、符号データ B を符号データ D が第四フィルタ処理部 223 により第二符号加算部 227 へ出力されるタイミングまで保存し、当該タイミングで符号データ D を第二符号加算部 227 へ出力する。
- [0053] 第一符号加算部 226 は、入力された符号データ A および符号データ C から第一復号データを算出する。
- [0054] 第二符号加算部 227 は、入力された符号データ B および符号データ D から第二復号データを算出する。
- [0055] 次に、超音波信号処理装置 1 における、超音波を発生させるための送信超音波信号の生成について図 3 を用いて説明する。
- [0056] 図 3 は、送信制御部における、送信超音波信号の生成処理を示したフローチャートである。
- [0057] 操作部 110 は、操作者から制御信号を受け付けると、少なくとも送信振動素子数と送信開口位置とを含む送信ビーム信号と、少なくとも信号増幅量を含む第一符号信号および第二符号信号を生成する（ステップ S100）。なお、ここで「送信振動素子数」とは複数の振動素子 100 のうちで当該制御信号により駆動する振動素子 100 の数を示す。また、「送信開口位置」とは、当該制御信号により駆動する振動素子 100 の位置を示す。また、「信号増幅量」とは、復号処理を行った際に想定される超音波信号の増幅量を示す。
- [0058] 次に、第一符号生成部 200 は、操作部 110 から第一符号信号を受け取ると、第一符号信号に含まれている信号増幅量より符号長（chip）およ

び符号パターンを決定し、完全相補系列の関係を満たす符号組である第一符号組を生成する（ステップS101）。ここで完全相補系列の関係を満たす符号組とは、2組のゴレイ符号系列において、一方のゴレイ符号系列に属する一つの系列ともう一方のゴレイ符号系列に属する一つの系列との非周期相互相関関数と、一方のゴレイ符号系列に他の系列ともう一方のゴレイ符号系列に属する他の系列との非周期相互相関関数の和が全てのシフトにおいて0になる符号組のことである。完全相補符号組はゴレイ符号系列 {C1、C2} とゴレイ符号系列 {C3、C4} とすると（式3）で表せる。

[0059] [数3]

$$\begin{cases} C1 = [c1_1, c1_2, \dots, c1_L], & C2 = [c2_1, c2_2, \dots, c2_L] \\ C3 = [c3_1, c3_2, \dots, c3_L], & C4 = [c4_1, c4_2, \dots, c4_L] \end{cases} \dots (式3)$$

[0060] 完全相補符号組Cから構成されており（式4）の条件を満たす。

[0061] [数4]

$$RC_{C1,C3}(\tau) + RC_{C2,C4}(\tau) = \sum_{n=1}^{L-\tau} (c1_n c4_{L-n-1} + c2_n c4_{L-n-1}) = 0 \dots (式4)$$

[0062] ここでRCは相互相関関数を示し、符号パターンは（式5）の条件を満たす全てのパターンを想定しており、第一符号組は（式5）で示されるように第一符号列G1と第二符号列G2とによりなる。

[0063] [数5]

$$G1 = \{C1, C3\} \quad G2 = \{C2, C4\} \dots (式5)$$

[0064] つまり、第一符号生成部200は、第一符号パターンC1および第三符号パターンC3とが並ぶことによりなる第一符号列G1と、第二符号パターンC2および第四符号パターンC4とが並ぶことによりなる第二符号列G2とによりなる第一符号組を生成する。このとき、上述したように、第一符号パターンC1および第二符号パターンC2と、第三符号パターンC3および第四符号パターンC4とがそれぞれ相補系列の関係を満たす2組の相補系列ペアである。さらに

、第一符号パタンC 1 および第三符号パタンC 3 と、第二符号パタンC 2 および第四符号パタンC 4 とがそれぞれ直交符号の関係を満たす2組の直交符号ペアである。要するに、第一符号列G 1 と第二符号列G 2 とは完全相補系列の関係を満たす。

[0065] 次に、第二符号生成部2 0 1 は、操作部1 1 0 から第二符号信号を受け取ると、第二符号信号に含まれている信号増幅量より符号長 (c h i p) および符号パタンを決定し、第二符号組を生成する (ステップS 1 0 2)。ここで第二符号組は (式6) で示されるように第三符号列G 3 と第四符号列G 4 とによりなる。また、第三符号列G 3 および第四符号列G 4 は、第一符号組を構成している完全相補符号組の一方と休止符号組で構成しており (式6) で表せる。

[0066] [数6]

$$G3 = \{B, C3\} \quad G4 = \{B, C4\} \quad \dots \text{(式6)}$$

[0067] ここでBは休止符号パタンBを示し (式7) で表せる。

[0068] [数7]

$$B = [b_1, b_2, \dots, b_L] \quad (b_N = 0, N = 1 \sim L) \quad \dots \text{(式7)}$$

[0069] つまり、第二符号生成部2 0 1 は、第一符号列G 1 の一方の符号パタン (第一符号パタンC 1) を休止符号パタンに置き換えた第三符号列G 3 と、第二符号列G 2 の前記一方の符号パタン (第一符号パタンC 1) と相補系列ペアである符号パタン (第二符号パタンC 2) を休止符号パタンに置き換えた第四符号列G 4 とによりなる第二符号組を生成する。なお、休止符号パタンとは、符号を送っていない状態を示す符号であり、(式7) のように例えば0である。

[0070] 次に、送信B F 1 1 1 は、操作部1 1 0 から送信ビーム信号を受け取ると、当該送信ビーム信号から少なくとも第一振動素子数T A 1 と、第二振動素子数T A 2 と、第一送信開口位置3 0 0 と、第二送信開口位置3 0 1 と、遅

遅延プロファイルとを含む送信ビームプロファイル（以下、「送信BP」という。）を算出する（ステップS103）。ここで、「第一振動素子数TA1」とは超音波を被検体に送信する際の第一符号組に基づいて駆動する振動素子数を示し、「第二振動素子数TA2」とは第二符号組に基づいて駆動する振動素子数を示す。また、第一振動素子数TA1および第二振動素子数TA2は、（式8）の条件を満たす。

[0071] [数8]

$$TA_1 \geq TA_2 \quad \dots (式8)$$

[0072] 次に、図4は、超音波プローブにおける振動素子アレイにおける第一送信開口位置300と第二送信開口位置301とを説明するための図である。

[0073] 第一送信開口位置300は、振動素子アレイ2の複数の振動素子100のうちで第一符号組に基づいて駆動する1以上の振動素子の所定の位置を示す。第二送信開口位置301は、振動素子アレイ2の複数の振動素子100のうちで第二符号組に基づいて駆動する複数の振動素子の所定の位置を示す。ここで、第一送信開口位置300は、第二送信開口位置301により挟まれる位置に位置する。つまり、第一送信開口位置300は、第二送信開口位置301に囲まれており、振動素子アレイ2を構成する複数の振動素子100のうちの中央である。反対に、第二送信開口位置301は、第一送信開口位置300の周囲を囲んでおり、振動素子アレイ2を構成する複数の振動素子100のうちの端である。加えて第二送信開口位置301は1点以上で分離している。遅延プロファイルとは操作者が描画したい関心領域に基づいて焦点位置302から算出される。

[0074] なお、ステップS101～ステップS103は、ステップS101の後にステップS102が行われ、ステップS102の後にステップS103が行われるように直列で処理されるが、ステップS100の後に並列で同時に処理されてもよい。

[0075] 次に、パルサ112は、第一符号生成部200により生成された第一符号

組と、第二符号生成部201により生成された第二符号組と、送信BF111により生成された送信BPとを用いて駆動信号を生成し、複数の振動素子100を生成した駆動信号に基づいて駆動する（ステップS104）。より具体的には、パルサ112は、振動素子アレイ2の複数の振動素子100のうちの1以上の第一振動素子（つまり、第一送信開口位置300における振動素子）に、第一符号組のうちの第一符号列G1を第一タイミングで出力し、かつ、第二符号列G2を第一タイミングよりも後の第二タイミングで出力する。パルサ112は、さらに、複数の振動素子100のうちの第一振動素子を挟み込む位置に配置される複数の第二振動素子（つまり、第二送信開口位置301における振動素子）に、第三符号列G3を第一タイミングで出力し、かつ、第四符号列G4を第二タイミングで出力する。このように、パルサ112は、第一タイミングで第一符号列G1および第三符号列G3を出力し、かつ、第二タイミングで第二符号列G2および第四符号列G4を出力することで、振動素子アレイ2から超音波を発生させる。

[0076] 次に、超音波信号処理装置1における、受信したエコーに含まれる受信超音波信号の復号処理について図5を用いて説明する。

[0077] 図5は、受信制御部における、受信超音波信号の復号処理を示したフローチャートである。

[0078] デコード処理部210は、受信BF120により生成されたDAS信号を受け取ると、符号送信シーケンスIを判断する（ステップS110）。デコード処理部210は、符号送信シーケンスIが1回目の場合（ステップS110：I=1）、ステップS111の処理を行う。デコード処理部210は、符号送信シーケンスが2回目の場合（ステップS110：I=2）、ステップS112の処理を行う。ここで「符号送信シーケンス」とは、復号で必要となる1以上の送信受信回数のことであり、連続もしくはは任意の間隔で送受信が実施される。

[0079] 次に、符号送信シーケンスが1回目の場合（ステップS110：I=1）、デコード処理部210は、受信BF120から第一フィルタ処理部220

と第二フィルタ処理部221とのそれぞれがDAS信号を受け取ると、当該DAS信号に対して所定のフィルタ処理を行う（ステップS111）。これにより、DAS信号は、符号データAと符号データBとに分離される。ここで、第一フィルタ処理部220により行われる第一フィルタ処理に使用されるフィルタAをFAとし、第二フィルタ処理部221により行われる第二フィルタ処理に使用されるフィルタBをFBとしたとき、FAおよびFBは（式9）で表される。

[0080] [数9]

$$\begin{cases} FA = [c1_L, c1_{L-1}, \dots, c1_1] \\ FB = [c3_L, c3_{L-1}, \dots, c3_1] \end{cases} \dots (式9)$$

[0081] ここでフィルタAおよびフィルタBをマッチドフィルタと呼び、グレイ符号系列C1、C3の要素の順番を逆に並べた符号で構成される。また、符号データAをDG_Aとし、符号データBをDG_Bとしたとき、DG_AおよびDG_Bは（式10）で表される。

[0082] [数10]

$$DG_A = DS * FA, \quad DG_B = DS * FB \quad \dots (式10)$$

[0083] ここで、DSはDAS信号データを示し、記号*は畳みこみを示す。

[0084] 次に、第一メモリ224は第一フィルタ処理部220から符号データAを受け取り、第二メモリ225は第二フィルタ処理部221から符号データBを受け取り、所定のタイミングまでそれぞれのメモリ空間でデータを保存する（ステップS112）。ここで「所定のタイミング」とは、第一メモリ224および第二メモリ225から、第一符号加算部226および第二符号加算部227に符号データAおよび符号データBをそれぞれ受け渡すタイミングのことであり、具体的には、ステップS113が終了したタイミングである。

[0085] つまり、ステップS 1 1 2およびステップS 1 1 3の次に、第三フィルタ処理部2 2 2および第四フィルタ処理部2 2 3によるフィルタ処理が終了したか否かがデコード処理部2 1 0により判定される（ステップS 1 1 4）。当該フィルタ処理が終了していれば（ステップS 1 1 4 : Y e s）、次のステップS 1 1 5に進み、当該フィルタ処理が終了していなければ（ステップS 1 1 4 : N o）、ステップS 1 1 0に戻る。これにより、符号送信シーケンスの回数 $l = 2$ となった場合以降にのみ、ステップS 1 1 5が行われることになる。

[0086] 次に、符号送信シーケンスが2回目の場合（ステップS 1 1 0 : $l = 2$ ）、デコード処理部2 1 0は、受信B F 1 2 0から第三フィルタ処理部2 2 2と第四フィルタ処理部2 2 3とのそれぞれがD A S信号を受け取ると、当該D A S信号に対して所定のフィルタ処理を行う（ステップS 1 1 3）。これにより、D A S信号は、符号データCと符号データDとに分離される。ここで、第三フィルタ処理部2 2 2により行われる第一フィルタ処理に使用されるフィルタCをF Cとし、第四フィルタ処理部2 2 3により行われる第二フィルタ処理に使用されるフィルタDをF Dとしたとき、F CおよびF Dは（式1 1）で表される。

[0087] [数11]

$$\begin{cases} FC = [c2_L, c2_{L-1}, \dots, c2_1] \\ FD = [c4_L, c4_{L-1}, \dots, c4_1] \end{cases} \dots (式1 1)$$

[0088] ここでフィルタCおよびフィルタDをマッチドフィルタと呼び、グレイ符号系列C 2、C 4の要素の順番を逆に並べた符号で構成される。また、符号データCをD G_cとし、符号データDをD G_dとしたとき、D G_cおよびD G_dは（式1 2）で表される。

[0089] [数12]

$$DG_c = DS * FC, \quad DG_d = DS * FD \quad \dots (式1 2)$$

[0090] つまり、デコード処理部210は、受信BF120により受信されたエコーのうちの、第一タイミングで出力された第一符号列G1および第三符号列G3に応じた超音波が被検体において反射された第一エコーと、第二タイミングで出力された第二符号列G2および第四符号列G4に応じた超音波が被検体において反射された第二エコーとのそれぞれに対して、2組の相補系列ペアであるゴレイ符号系列{C1、C2}およびゴレイ符号系列{C3、C4}の一方（ここでは、ゴレイ符号系列{C1、C2}）を抽出するための第一フィルタ処理と、ゴレイ符号系列{C1、C2}およびゴレイ符号系列{C3、C4}の他方（ここでは、ゴレイ符号系列{C3、C4}）を抽出するための第二フィルタ処理を行う。要するに、ゴレイ符号系列{C1、C2}を抽出するための第一フィルタ処理として、フィルタAおよびフィルタCが用いられるフィルタ処理が行われる。また、第二フィルタ処理としてゴレイ符号系列{C3、C4}を抽出するための第二フィルタ処理として、フィルタBおよびフィルタDが用いられるフィルタ処理が行われる。フィルタAを用いたフィルタ処理が行われれば、符号パタンC1が含まれる信号が復号され、符号パタンC3が含まれる信号がキャンセルされる。フィルタBを用いたフィルタ処理が行われれば、符号パタンC1が含まれる信号がキャンセルされ、符号パタンC3が含まれる信号が復号される。フィルタCを用いたフィルタ処理が行われれば、符号パタンC2が含まれる信号が復号され、符号パタンC4が含まれる信号がキャンセルされる。フィルタDを用いたフィルタ処理が行われれば、符号パタンC2が含まれる信号がキャンセルされ、符号パタンC4が含まれる信号が復号される。つまり、第一フィルタ処理は、ゴレイ符号系列{C3、C4}をキャンセルするための処理とも言える。また、第二フィルタ処理は、ゴレイ符号系列{C1、C2}をキャンセルするための処理とも言える。

[0091] これは、符号パタンC1および符号パタンC3が直交符号ペアであり、符号パタンC2および符号パタンC4が直交符号ペアであるためである。このフィルタ処理を行うことで、符号パタンC1および符号パタンC3が含まれ

る信号から、符号パタンC 1 および符号パタンC 3 をそれぞれ分離できる。
同様に、符号パタンC 2 および符号パタンC 4 が含まれる信号から、符号パタンC 2 および符号パタンC 4 をそれぞれ分離できる。

[0092] 次に、符号加算部 2 1 1 は、符号データ A ～ D から第一復号データ DG 1 および第二復号データ DG 2 を算出する（ステップ S 1 1 5）。具体的には、第一符号加算部 2 2 6 は、第三フィルタ処理部 2 2 2 による処理結果である符号データ C と第一メモリ 2 2 4 に保持されている符号データ A とを受け取り、符号データ A および符号データ C から第一復号データ DG 1 を算出する。さらに、第二符号加算部 2 2 7 は、第四フィルタ処理部 2 2 3 による処理結果である符号データ D と第二メモリ 2 2 5 に保持されている符号データ B とを受け取り、符号データ B および符号データ D から第二復号データ DG 2 を算出する。ここで第一復号データ DG 1 と第二復号データ DG 2 とは（式 1 3）で表される。

[0093] [数13]

$$DG1 = DG_A + DG_C, \quad DG2 = DG_B + DG_D \quad \dots (式 1 3)$$

[0094] つまり、符号加算部 2 1 1 は、第一エコーおよび第二エコーのそれぞれに対する第一フィルタ処理の結果である第一結果同士（つまり、符号データ A および符号データ C）を加算し、かつ、第一エコーおよび第二エコーのそれぞれに対する第二フィルタ処理の結果である第二結果同士（つまり、符号データ B および符号データ D）を加算する。

[0095] 次に、符号加算部 2 1 1 は、第一符号加算部 2 2 6 において加算された第一復号データ DG 1 および第二符号加算部 2 2 7 において加算された第二復号データ DG 2 を受け取ると、第一復号データ DG 1 および第二復号データ DG 2 をさらに加算することで加算復号データ DGS を算出する（ステップ S 1 1 6）。ここで加算復号データ DGS は（式 1 4）で表される。

[0096] [数14]

$$DGS = DG1 + DG2 \quad \dots (式 1 4)$$

[0097] 以上のようにして超音波信号処理装置 1 は、相補系列の関係にある組を用いた超音波の一回の送信において、送信開口を小さく設定した超音波と当該送信開口が少なくとも含まれる当該送信開口よりも大きい送信開口による超音波の両方を送信でき、かつ、両方の超音波の分離が容易であるため、超音波の焦点位置から手前側の領域および奥側の領域の両方において被検体の内部の可視化を精度よく行うことができる。

[0098] 上記では、第一符号組は（式 6）として説明したが、これに限ったものではなく、第一送信符号は各符号の順序を反転して構成したり、各符号を入れ子にして構成したりしてもよい。

[0099] また、第二符号組は（式 7）として説明したが、これに限ったものではなく、第二送信符号は各符号の順序を反転して構成したり、各符号を入れ子にして構成したりしてもよい。

[0100] また、第二振動素子数 TA_2 は（式 15）を用いて算出しても良い。

[0101] [数15]

$$TA_2 = \frac{id}{F} \cdots \text{(式 15)}$$

[0102] ここで id は図 4 における画質改善位置 303 を示し、 F は F 値を示している。画質改善位置 303 は操作者によって任意に設定されてもよいし、超音波信号処理装置に予め設定されている値を読み出して特定される位置であってもよい。画質改善位置 303 とは方位分解能の改善効果を強調したい位置であり、焦点位置 302 より手前側に設定される。

[0103] つまり、送信制御部 3 は、振動素子アレイ 2 を構成する複数の振動素子 100 のそれぞれについて、予め定められた F 値に基づいて、当該振動素子 100 を、振動させない、第一振動素子として振動させる、および、第二振動素子として振動させる、のいずれか 1 つを決定してもよい。

[0104] また、送信制御部 3 は、振動素子アレイ 2 を構成する複数の振動素子 100 のそれぞれについて、操作部 110 により受け付けられた位置に基づいて、当該振動素子 100 を、振動させない、第一振動素子として振動させる、

および、第二振動素子として振動させる、のいずれか1つを決定してもよい。

[0105] (実施の形態2)

図6は、実施の形態2の超音波信号処理装置の構成を示すブロック図である。以下、実施の形態1の超音波信号処理装置1と同様の構成については、同じ符号を用い、説明を省略する。超音波信号処理装置1aは、実施の形態1の構成に加えて重み処理部212を備える。

[0106] 図6を用いて、超音波信号処理装置1aのブロック図の構成間の説明を行う。

[0107] 重み処理部212は、デコード処理部210により算出された第一復号データと第二復号データと、操作部110により入力された重み制御信号および重み設定信号とに基づいて、第一重み復号データおよび第二重み復号データを算出し、符号加算部211へ出力する。つまり、重み処理部212は、第一結果の組（つまり、符号データAおよび符号データC）に対応する第一の重みを乗算し、かつ、第二結果の組（つまり、符号データBおよび符号データD）に対応する第二の重みを乗算する。なお、「重み制御信号」とは、後述する第一の重みとしての第一重みベクトルWM1（WA1）と、第二の重みとしての第二重みベクトルWM2（WA2）とを決定するための情報を示す信号である。「重み設定信号」とは、操作者が重みベクトルを制御する方法を選択したか、操作者が予め装置に記憶されている重みを使用する方法を選択したかを示す信号である。

[0108] 次に、超音波信号処理装置1aにおける第一重み復号データと第二重み複合データの生成処理について図7を用いて説明する。

[0109] 図7は、重み処理部における、第一重み復号データおよび第二重み複合データの生成処理を示すフローチャートである。

[0110] 操作部110から重み処理部212が重み設定信号を受け取ると、重みベクトルの設定方法を決定する。操作者が重みベクトルを制御する場合（つまり、操作部110により受け付けられた入力によって重みベクトルを変更す

る場合)はステップS201の処理へ進み、予め装置に記憶されている値(重み)を読み出して使用する場合はステップS202の処理へ進む(ステップS200)。具体的には、ステップS201では、操作者が重みベクトルを操作部110への入力を行うことにより変更することを示す入力を、操作部110が受け付けた場合に、ステップS201の処理へ進む。また、ステップS201では、予め装置に記憶されている重みを読み出して使用することを示す入力を、操作部110が受け付けた場合に、ステップS202の処理へ進む。

[0111] 次に、重み処理部212は、操作者が重みベクトルを制御する方法が選択されたことを重み設定信号が示している場合(ステップS200:Yes)、操作部110から受け取った重み制御信号から所定の第一重みベクトルWM1と第二重みベクトルWM2とを算出する(ステップS201)。第一重みベクトルWM1と第二重みベクトルWM2は(式16)で表される。

[0112] [数16]

$$\begin{cases} WM1 = [wm1_1, wm1_2, \dots, wm1_N] \\ WM2 = [wm2_1, wm2_2, \dots, wm2_N] \end{cases} \dots (式16)$$

[0113] ここでNは、デコード処理部210により算出された第一復号データおよび第二復号データの深さ方向のデータ数を示す。また、所定の第一重みベクトルWM1および第二重みベクトルWM2は、操作者が物理的なユーザーインターフェイスであるダイヤル式デバイスや、スライド式デバイスや、ボタン式デバイスやタッチディスプレイ式デバイスなどを用いて、第一重みベクトルWM1および第二重みベクトルWM2の各値もしくは複数の値ごとに任意の値が設定される。またソフト的なグラフィカルユーザーインターフェイスを用いて第一重みベクトルWM1および第二重みベクトルWM2が設定されるようにしても良い。

[0114] 次に、重み処理部212は、予め装置に記憶されている値を読み出して使用する方法が選択されたことを重み設定信号が示している場合(ステップS

200 : No)、操作部110から受け取った重み制御信号から所定の第一重みベクトルWA1と第二重みベクトルWA2を決定する(ステップS202)。この場合、第一重みベクトル信号WA1および第二重みベクトル信号WA2は(式17)で表される。

[0115] [数17]

$$\begin{cases} WA1 = [wa1_1, wa1_2, \dots, wa1_N] \\ WA2 = [wa2_1, wa2_2, \dots, wa2_N] \end{cases} \dots (式17)$$

[0116] ここでNは、デコード処理部210により算出された第一復号データおよび第二復号データの深さ方向のデータ数を示す。また、所定の第一重みベクトルWA1および所定の第二重みベクトルWA2は焦点位置302を示すfdを用いて設計可能である。第一重みベクトル信号WA1は(式18)で表される。

[0117] [数18]

$$\begin{cases} WA1(d) = w_1 & (d \leq fd) \\ WA1(d) = w_1 - a_1 d & (d \geq fd) \end{cases} \dots (式18)$$

[0118] ここでw₁は第一重み量を示し、a₁は第一重み変化量を示す。また、第二重みベクトル信号WA2は(式19)で表される。

[0119] [数19]

$$\begin{cases} WA2(d) = a_2 d & (d \leq fd) \\ WA2(d) = w_2 & (d \geq fd) \end{cases} \dots (式19)$$

[0120] ここでw₂は第二重み量を示し、a₂は第二重み変化量を示す。さらに、第一重みベクトルWA1と第二重みベクトルWA2との各値を加算した結果が一定になるように各重みベクトル信号を設計してもよく、この場合、第一重み量w₁および第二重み量w₂と、第一重み変化量a₁および第二重み変化量a₂とは(式20)の条件を満たす。

[0121]

[数20]

$$w_1 = w_2, \quad a_1 = a_2 \quad \dots \text{(式 20)}$$

[0122] ここで（式 20）の条件を満たしているとする、第一重みベクトルWA 1と第二重みベクトルWA 2は（式 21）から算出することができる。

[0123] [数21]

$$\begin{cases} WA1(d) = w - \frac{w}{2fd}d \\ WA2(d) = \frac{w}{2fd}d \end{cases} \quad \dots \text{(式 21)}$$

[0124] ここでwは重み量を示す。

[0125] つまり、重み処理部212は、第一の重みおよび第二の重みを、予め設定されている焦点位置302に基づいて、焦点位置302において等しくなるように決定してもよい。また、重み処理部212は、（式18）、（式19）および（式21）に示すように、第一符号組および第二符号組に共通して含まれる符号パタンC3、C4による超音波が被検体において反射されたエコーに対するデコード処理が行われた結果であって、第一結果および第二結果のうちの一方の結果（ここでは第二結果DG2）に対して乗算される第一重みベクトルWA1および第二重みベクトルWA2のうちの一方の重みベクトル（ここでは第二重みベクトルWA2）を、第一結果および第二結果のうちの他方の結果（ここでは第一結果DG1）に対して、乗算される第一重みベクトルWA1および第二重みベクトルWA2のうちの他方の重みベクトル（ここでは第一重みベクトルWA1）よりも、焦点位置302より手前側の領域ほど小さく、焦点位置302より奥側の領域ほど大きくなるように決定してもよい。また、重み処理部212は、（式20）に示すように、焦点位置302からの距離にかかわらず、第一重みベクトルWA1および第二重みベクトルWA2を、互いに加算したときに一定値になるように決定してもよい。

[0126] 次に、重み処理部 212 は、デコード処理部 210 により算出された第一復号データ DG1 および第二復号データ DG2 を受け取ると、第一重み復号データ DGW1 および第二重み復号データ DGW2 を算出する（ステップ S203）。より具体的には、重み処理部 212 は、第一復号データ DG1 と第一重みベクトル WM1（WA1）とから第一重み復号データ DGW1 を算出し、第二復号データ DG2 と第二重みベクトル WM1（WA2）から第二重み復号データ DGW2 を算出する。ここで第一重み復号データ DGW1 と第二重み復号データ DGW2 とは（式 22）または（式 23）で表せる。

[0127] [数22]

$$\begin{cases} DGW1 = DG1 \times WM1^T \\ DGW2 = DG2 \times WM2^T \end{cases} \quad \dots (式 22)$$

[0128] [数23]

$$\begin{cases} DGW1 = DG1 \times WA1^T \\ DGW2 = DG2 \times WA2^T \end{cases} \quad \dots (式 23)$$

[0129] 以上のようにして、超音波信号処理装置 1a は深さ方向に所定の重みベクトルを乗算した第一重み復号データ DGW1 と第二重み復号データ DGW2 とを生成することができる。このため、焦点位置 302 よりも手前側の浅部では浅部で精度の高い第一復号データ DG1 を強調することができ、焦点位置 302 よりも奥側の深部では深部で精度の高い第二復号データ DG2 を強調することができる。

[0130] 上記では、第一重みベクトル WA1 および第二重みベクトル WA2 は（式 18）および（式 19）として説明したが、これに限るものではなく、第一重みベクトル WA1 および第二重みベクトル WA2、は一般的に当該者であれば思いつく線形関数で表されるものであってもよい。また、線形な関数だけでなく非線形な関数を用いて第一重みベクトル WA1 および第二重みベクトル WA2 は生成されてもよい。

[0131] また、第一重みベクトルWA 1 および第二重みWA 2 は焦点位置3 0 2を示すf d から算出したが、画質改善位置3 0 3を示すi d を、焦点位置3 0 2を示すf d の代わりに用いても良い。

[0132] (変形例)

(1)

上記実施の形態1 および2に係る超音波信号処理装置1、1 aでは、振動素子アレイ2の具体的な構成については言及していないが、例えば、図8に示すような、一次元的に複数の振動素子1 0 0が並ぶ振動素子アレイ2 0としてもよいし、図9に示すような、二次元的に複数の振動素子1 0 0が並ぶ振動素子アレイ2 1としてもよい。

[0133] 図8に示すような一次元的に複数の振動素子1 0 0が並ぶ場合には、例えば、中央に並ぶ5つの振動素子1 0 0を第一送信開口位置に並ぶ第一振動素子として設定し、第一振動素子を中心として両側から3つずつの振動素子で挟み込んでいる6つの振動素子を第二送信開口位置に並ぶ第二振動素子として設定してもよい。

[0134] また、図9に示すような二次元的に複数の振動素子1 0 0が並ぶ場合には、(a)～(d)に示すように、複数の振動素子1 0 0のうちで中央に配置される振動素子1 0 0を第一送信開口位置に並ぶ第一振動素子として設定し、第一振動素子を中心としてその周囲に配置される振動素子1 0 0を第二送信開口位置に並ぶ第二振動素子として設定してもよい。

[0135] (2)

また、上記実施の形態1 および2に係る超音波信号処理装置1、1 aでは、送信制御部3で行われる処理と、受信制御部4で行われる処理とに分けて説明しているが、これに限らずに、図10に示すように、1つの処理フローで行われてもよい。図10は、超音波信号処理装置によって行われる超音波信号処理方法を説明するためのフローチャートである。

[0136] まず、第一符号生成部2 0 0は、第一符号パターンC 1 および第三符号パターンC 3 とが並ぶことによりなる第一符号列G 1 と、第二符号パターンC 2 およ

び第四符号パターンC 4 とが並ぶことによりなる第二符号列G 2 とによりなる第一符号組を生成する（ステップS 3 0 0：第一符号生成ステップ）。

[0137] 次に、第二符号生成部2 0 1は、第一符号列G 1 の一方の符号パターン（第一符号パターンC 1）を休止符号パターンに置き換えた第三符号列G 3 と、第二符号列G 2 の前記一方の符号パターン（第一符号パターンC 1）と相補系列ペアである符号パターン（第二符号パターンC 2）を休止符号パターンに置き換えた第四符号列G 4 とによりなる第二符号組を生成する（ステップS 3 0 1：第二符号生成ステップ）。

[0138] 次に、パルサ1 1 2は、（i）複数の振動素子1 0 0のうちの1以上の第一振動素子に、第一符号組のうちの第一符号列G 1を第一タイミングで出力し、かつ、第二符号列G 2を第一タイミングよりも後の第二タイミングで出力し、かつ、（i i）1以上の第一振動素子を挟み込む位置に配置される複数の第二振動素子に、第三符号列G 3を第一タイミングで出力し、かつ、第四符号列G 4を第二タイミングで出力することで、振動素子アレイ2から超音波を発生させる（ステップS 3 0 2：超音波発生ステップ）。

[0139] 次に、振動素子アレイ2が振動素子アレイ2により発生された超音波が被検体に反射されたエコーを受信する（ステップS 3 0 3：受信ステップ）。

[0140] 次に、ステップS 3 0 3において受信されたエコーのうちの、第一タイミングで出力された第一符号列および第三符号列に応じた超音波が被検体において反射された第一エコーと、第二タイミングで出力された第二符号列および第四符号列に応じた超音波が被検体において反射された第二エコーとのそれぞれに対して、2組の相補系列ペアの一方を抽出するための第一フィルタ（フィルタAおよびフィルタC）による第一フィルタ処理と、2組の相補系列ペアの他方を抽出するための第二フィルタによる第二フィルタ処理とを行う（S 3 0 4：デコード処理ステップ）。

[0141] 次に、第一エコーおよび第二エコーのそれぞれに対する第一フィルタ処理の結果である第一結果同士を加算し、かつ、第一エコーおよび第二エコーのそれぞれに対する第二フィルタ処理の結果である第二結果同士を加算する（

S 3 0 5 : 信号加算ステップ)。

[0142] (3)

また、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPUまたはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。ここで、上記各実施の形態の超音波信号処理装置などを実現するソフトウェアは、次のようなプログラムである。

[0143] すなわち、このプログラムは、コンピュータに、複数の振動素子を有し、超音波を被検体に発すると共に、当該超音波が前記被検体において反射されたエコーを受信する振動素子アレイと、前記振動素子アレイから超音波を発生させる送信制御部と、前記振動素子アレイにおいて受信されたエコーを処理する受信制御部と、を備える超音波信号処理装置における超音波信号処理方法であって、(i) 第一符号パターンおよび第二符号パターンと、第三符号パターンおよび第四符号パターンとがそれぞれ相補系列の関係を満たす2組の相補系列ペアであり、かつ、(ii) 前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンと、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとがそれぞれ直交符号の関係を満たす2組の直交符号ペアである場合に、前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンとが並ぶことによりなる第一符号列と、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとが並ぶことによりなる第二符号列とによりなる第一符号組を生成する第一符号生成ステップと、前記第一符号列の一方の符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第三符号列と、前記第二符号列の前記一方の符号パターンと前記相補系列ペアである符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第四符号列とによりなる第二符号組を生成する第二符号生成ステップと、(i) 前記複数の振動素子のうちの1以上の第一振動素子に、前記第一符号組のうちの前記第一符号列を第一タイミングで出力し、かつ、前記第二符号列を前記第一タイミングよりも後の第二タイミングで出

力し、かつ、(i i) 前記第一振動素子を挟み込む位置に配置される複数の第二振動素子に、前記第二符号組のうちの前記第三符号列を前記第一タイミングで出力し、かつ、前記第四符号列を前記第二タイミングで出力することで、前記振動素子アレイから前記超音波を発生させる超音波発生ステップと、前記振動素子アレイが前記エコーを受信する受信ステップと、前記振動素子アレイにより受信された前記エコーのうちの、前記第一タイミングで出力された前記第一符号列および前記第三符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第一エコーと、前記第二タイミングで出力された前記第二符号列および前記第四符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第二エコーのそれぞれに対して、前記2組の相補系列ペアの一方を抽出するための第一フィルタによる第一フィルタ処理と、前記2組の相補系列ペアの他方を抽出するための第二フィルタによる第二フィルタ処理と、を行うデコード処理ステップと、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第一フィルタ処理の結果である第一結果同士を加算し、かつ、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第二フィルタ処理の結果である第二結果同士を加算する信号加算ステップと、を含む超音波信号処理方法を実行させる。

[0144] (その他の変形例)

なお、本発明を上記実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明は、上記の実施の形態に限定されず、以下のような場合も本発明に含まれる。

[0145] (1) 上記の各装置の全部、もしくは一部を、マイクロプロセッサ、ROM、RAM、ハードディスクユニットなどから構成されるコンピュータシステムで構成した場合。前記RAM又はハードディスクユニットには、上記各装置と同様の動作を達成するコンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、各装置はその機能を達成する。

[0146] (2) 上記の各装置を構成する構成要素の一部又は全部は、1つのシステムLSI (Large Scale Integration (大規模集積

回路)) から構成されているとしてもよい。システム L S I は、複数の構成部を 1 個のチップ上に集積して製造された超多機能 L S I であり、具体的には、マイクロプロセッサ、ROM、RAM などを含んで構成されるコンピュータシステムである。前記 RAM には、上記各装置と同様の動作を達成するコンピュータプログラムが記憶されている。前記マイクロプロセッサが、前記コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、システム L S I は、その機能を達成する。また、L S I 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。L S I 製造後にプログラムすることが可能な F P G A (F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y) 、又は L S I 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

[0147] (3) 上記の各装置を構成する構成要素の一部又は全部は、各装置に脱着可能な I C カード又は単体のモジュールから構成されているとしてもよい。前記 I C カード又は前記モジュールは、マイクロプロセッサ、ROM、RAM などから構成されるコンピュータシステムである。前記 I C カード又は前記モジュールは、上記の超多機能 L S I を含むとしてもよい。マイクロプロセッサが、コンピュータプログラムにしたがって動作することにより、前記 I C カード又は前記モジュールは、その機能を達成する。この I C カード又はこのモジュールは、耐タンパ性を有するとしてもよい。

[0148] (4) 本発明は、上記に示すコンピュータの処理で実現する方法であるとしてもよい。また、本発明は、これらの方法を C P U 等のプロセッサが実行することで実現するコンピュータプログラムとしてもよいし、前記コンピュータプログラムからなるデジタル信号であるとしてもよい。

[0149] また、本発明は、前記コンピュータプログラム又は前記デジタル信号をコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録したものとしてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体は例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、C D - R O M 、 M O 、 D V D 、 D V D - R O M 、 D V D - R A M 、 B D (B l u e r a y (登録商標) D i s c) 、半導体メモリなどである。

また、本発明は、これらの記録媒体に記録されている前記デジタル信号であるとしてもよい。

[0150] また、本発明は、前記コンピュータプログラム又は前記デジタル信号を、電気通信回線、無線又は有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク、データ放送等を経由して伝送するものとしてもよい。

[0151] また本発明は、マイクロプロセッサとメモリを備えたコンピュータシステムであって、前記メモリは、上記コンピュータプログラムを記憶しており、前記マイクロプロセッサは、前記コンピュータプログラムにしたがって動作するとしてもよい。

[0152] また前記プログラム又は前記デジタル信号を前記記録媒体に記録して移送することにより、又は前記プログラム又は前記デジタル信号を、前記ネットワーク等を経由して移送することにより、独立した他のコンピュータシステムにより実施するとしてもよい。

[0153] (5) 上記実施の形態及び上記変形例をそれぞれ組み合わせるとしてもよい。

[0154] また、上記で用いた数字は、全て本発明を具体的に説明するために例示するものであり、本発明は例示された数字に制限されない。

[0155] また、ブロック図における機能ブロックの分割は一例であり、複数の機能ブロックを一つの機能ブロックとして実現したり、一つの機能ブロックを複数の分割したり、一部の機能を他の機能ブロックに移してもよい。また、類似する機能を有する複数の機能ブロックの機能を単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

[0156] また、上記のステップが実行される順序は、本発明を具体的に説明するために例示するためのものであり、上記以外の順序であってもよい。また、上記ステップの一部が、他のステップと同時（並列）に実行されてもよい。

[0157] 更に、本発明の主旨を逸脱しない限り、本実施の形態に対して当業者が思いつく範囲内の変更を施した各種変形例も本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

[0158] 以上のように、本発明は、超音波画像の生成における浅部の分解能と深部の感度とのトレードオフ関係を改善することができる超音波信号処理装置および超音波信号処理方法として有用である。

符号の説明

[0159]	1、1 a	超音波信号処理装置
	2、2 0、2 1	振動素子アレイ
	3	送信制御部
	4	受信制御部
	1 0 0	振動素子
	1 1 0	操作部
	1 1 1	送信 B F
	1 1 2	パルサ
	1 2 0	受信 B F
	2 0 0	第一符号生成部
	2 0 1	第二符号生成部
	2 1 0	デコード処理部
	2 1 1	符号加算部
	2 1 2	重み処理部
	2 2 0	第一フィルタ処理部
	2 2 1	第二フィルタ処理部
	2 2 2	第三フィルタ処理部
	2 2 3	第四フィルタ処理部
	2 2 4	第一メモリ
	2 2 5	第二メモリ
	2 2 6	第一符号加算部
	2 2 7	第二符号加算部
	3 0 0	第一送信開口位置
	3 0 1	第二送信開口位置

3 0 2	焦点位置
3 0 3	画質改善位置
C 1	第一符号パターン
C 2	第二符号パターン
C 3	第三符号パターン
C 4	第四符号パターン
G 1	第一符号列
G 2	第二符号列
G 3	第三符号列
G 4	第四符号列

請求の範囲

[請求項1]

複数の振動素子を有し、超音波を被検体に発すると共に、当該超音波が前記被検体において反射されたエコーを受信する振動素子アレイと、

前記振動素子アレイから符号化された信号に応じた超音波を発生させる送信制御部と、

前記振動素子アレイにおいて受信されたエコーに応じた信号を復号する受信制御部と、を備え、

(i) 第一符号パターンおよび第二符号パターンと、第三符号パターンおよび第四符号パターンとがそれぞれ相補系列の関係を満たす2組の相補系列ペアであり、かつ、(ii) 前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンと、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとがそれぞれ直交符号の関係を満たす2組の直交符号ペアである場合に、

前記送信制御部は、

前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンとが並ぶことによりなる第一符号列と、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとが並ぶことによりなる第二符号列とによりなる第一符号組を生成する第一符号生成部と、

前記第一符号列の一方の符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第三符号列と、前記第二符号列のうち、第一符号列で休止符号パターンに置き換えた符号パターンと相補系列ペアである符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第四符号列とによりなる第二符号組を生成する第二符号生成部と、

(i) 前記複数の振動素子のうちの1以上の第一振動素子に、前記第一符号組のうちの前記第一符号列を第一タイミングで出力し、かつ、前記第二符号列を前記第一タイミングよりも後の第二タイミングで出力し、かつ、(ii) 前記1以上の第一振動素子を挟み込む位置に配置される複数の第二振動素子に、前記第二符号組のうちの前記第三符号列を前記第一タイミングで出力し、かつ、前記第四符号列を前記

第二タイミングで出力することで、前記振動素子アレイから前記超音波を発生させるパルサと、を有し、

前記受信制御部は、

前記振動素子アレイにより受信された前記エコーのうちの、前記第一タイミングで出力された前記第一符号列および前記第三符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第一エコーと、前記第二タイミングで出力された前記第二符号列および前記第四符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第二エコーとのそれぞれに対して、前記2組の相補系列ペアの一方を抽出するための第一フィルタによる第一フィルタ処理と、前記2組の相補系列ペアの他方を抽出するための第二フィルタによる第二フィルタ処理と、を行うデコード処理部と、

前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第一フィルタ処理の結果である第一結果同士を加算し、かつ、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第二フィルタ処理の結果である第二結果同士を加算する符号加算部と、を有する

超音波信号処理装置。

[請求項2]

前記送信制御部は、前記振動素子アレイを構成する前記複数の振動素子のそれぞれについて、予め定められたF値に基づいて、当該振動素子を、振動させない、前記第一振動素子として振動させる、および、前記第二振動素子として振動させる、のいずれか1つを決定する請求項1に記載の超音波信号処理装置。

[請求項3]

さらに、

操作者からの焦点距離に関する入力を受け付ける操作部を備え、

前記送信制御部は、前記振動素子アレイを構成する前記複数の振動素子のそれぞれについて、前記操作部により受け付けられた位置に基づいて、当該振動素子を、振動させない、前記第一振動素子として振動させる、および、前記第二振動素子として振動させる、のいずれか

1つを決定する

請求項1に記載の超音波信号処理装置。

[請求項4]

さらに、

前記第一結果に対応する第一の重みを乗算し、かつ、前記第二結果に対応する第二の重みを乗算する重み処理部を備える

請求項1から3のいずれか1項に記載の超音波信号処理装置。

[請求項5]

前記重み処理部は、前記第一の重みおよび前記第二の重みを、予め設定されている焦点位置に基づいて、前記焦点位置において等しくなるように決定する

請求項4に記載の超音波信号処理装置。

[請求項6]

前記重み処理部は、前記第一符号組および前記第二符号組に共通して含まれる符号パターンによる超音波が前記被検体において反射されたエコーに対する前記デコード処理が行われた結果であって、前記第一結果および前記第二結果のうちの一方の結果に対して乗算される前記第一の重みおよび前記第二の重みのうちの一方の重みを、前記第一結果および前記第二結果のうちの他方の結果に対して乗算される前記第一の重みおよび前記第二の重みのうちの他方の重みよりも、前記焦点位置より手前側の領域ほど小さく、前記焦点位置より奥側の領域ほど大きくなるように決定する

請求項5に記載の超音波信号処理装置。

[請求項7]

前記重み処理部は、前記焦点位置からの距離にかかわらず、前記第一の重みおよび前記第二の重みを、互いに加算したときに一定値になるように決定する

請求項4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]

複数の振動素子を有し、超音波を被検体に発すると共に、当該超音波が前記被検体において反射されたエコーを受信する振動素子アレイと、

前記振動素子アレイから超音波を発生させる送信制御部と、

前記振動素子アレイにおいて受信されたエコーを処理する受信制御部と、を備える超音波信号処理装置における超音波信号処理方法であって、

(i) 第一符号パターンおよび第二符号パターンと、第三符号パターンおよび第四符号パターンとがそれぞれ相補系列の関係を満たす2組の相補系列ペアであり、かつ、(ii) 前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンと、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとがそれぞれ直交符号の関係を満たす2組の直交符号ペアである場合に、

前記第一符号パターンおよび前記第三符号パターンとが並ぶことによりなる第一符号列と、前記第二符号パターンおよび前記第四符号パターンとが並ぶことによりなる第二符号列とによりなる第一符号組を生成する第一符号生成ステップと、

前記第一符号列の一方の符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第三符号列と、前記第二符号列のうち、第一符号列で休止符号パターンに置き換えた符号パターンと相補系列ペアである符号パターンを休止符号パターンに置き換えた第四符号列とによりなる第二符号組を生成する第二符号生成ステップと、

(i) 前記複数の振動素子のうちの1以上の第一振動素子に、前記第一符号組のうちの前記第一符号列を第一タイミングで出力し、かつ、前記第二符号列を前記第一タイミングよりも後の第二タイミングで出力し、かつ、(ii) 前記第一振動素子を挟み込む位置に配置される複数の第二振動素子に、前記第二符号組のうちの前記第三符号列を前記第一タイミングで出力し、かつ、前記第四符号列を前記第二タイミングで出力することで、前記振動素子アレイから前記超音波を発生させる超音波発生ステップと、

前記振動素子アレイが前記エコーを受信する受信ステップと、

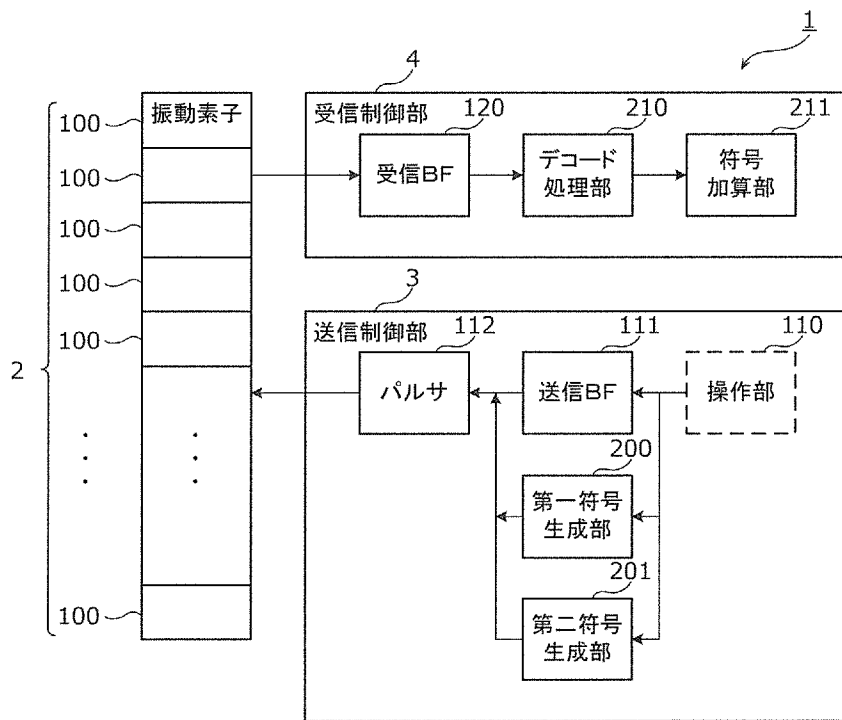
前記振動素子アレイにより受信された前記エコーのうちの、前記第一タイミングで出力された前記第一符号列および前記第三符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第一エコーと、前記第二

タイミングで出力された前記第二符号列および前記第四符号列に応じた超音波が前記被検体において反射された第二エコーのそれぞれに対して、前記2組の相補系列ペアの一方を抽出するための第一フィルタによる第一フィルタ処理と、前記2組の相補系列ペアの他方を抽出するための第二フィルタによる第二フィルタ処理と、を行うデコード処理ステップと、

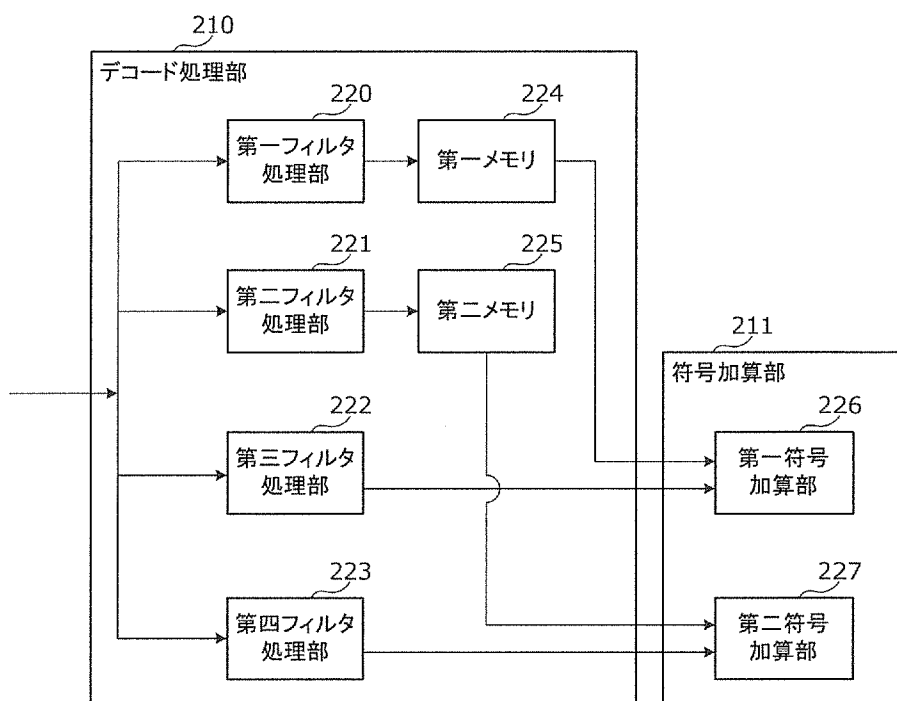
前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第一フィルタ処理の結果である第一結果同士を加算し、かつ、前記第一エコーおよび前記第二エコーのそれぞれに対する前記第二フィルタ処理の結果である第二結果同士を加算する信号加算ステップと、を含む超音波信号処理方法。

[請求項9] 請求項8に記載の超音波信号処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

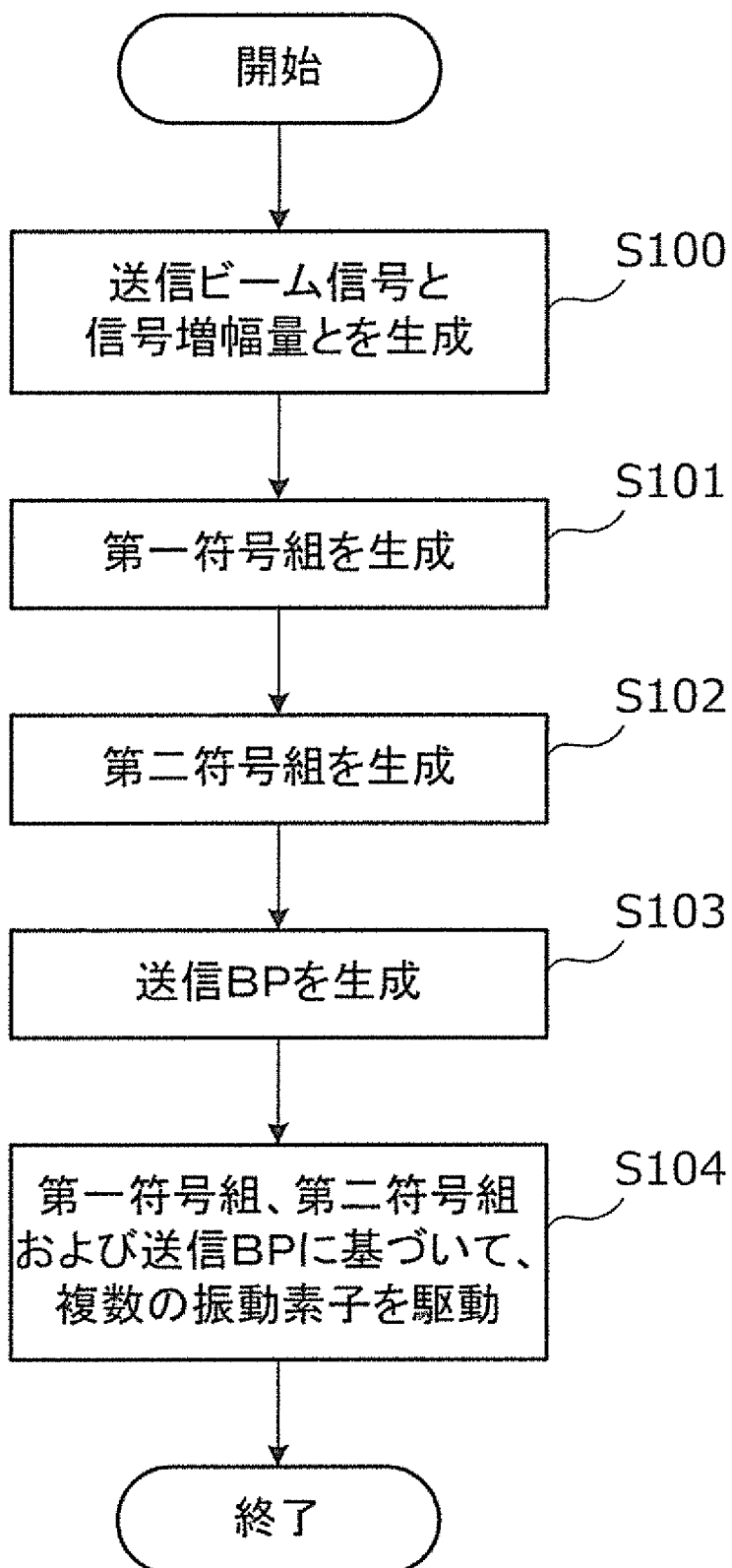
[図1]



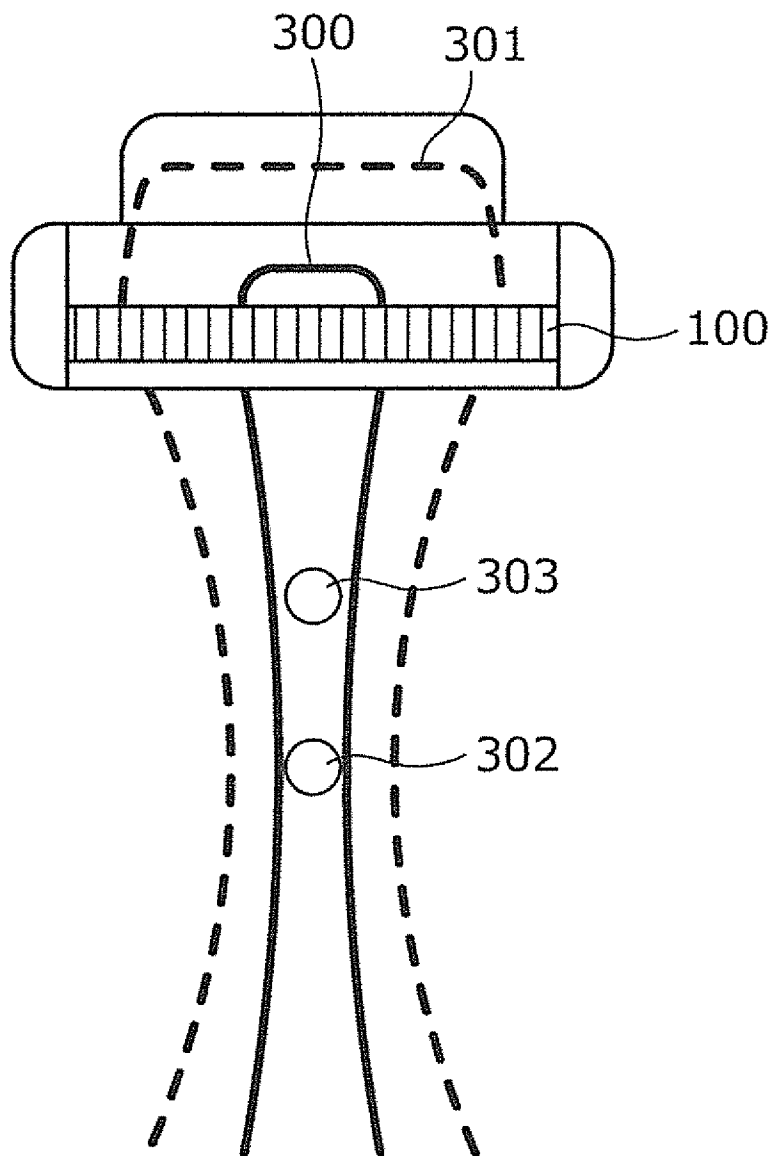
[図2]



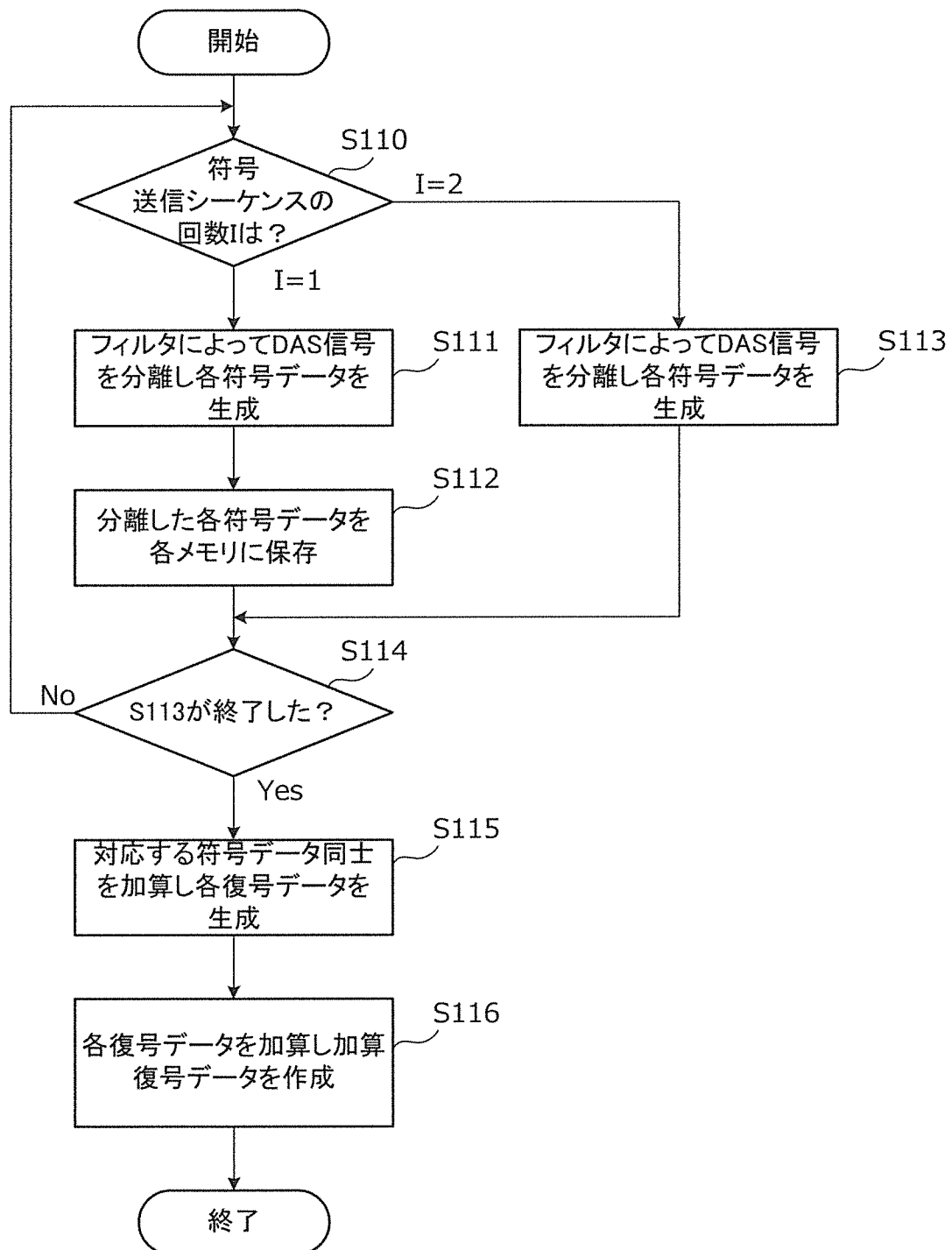
[図3]



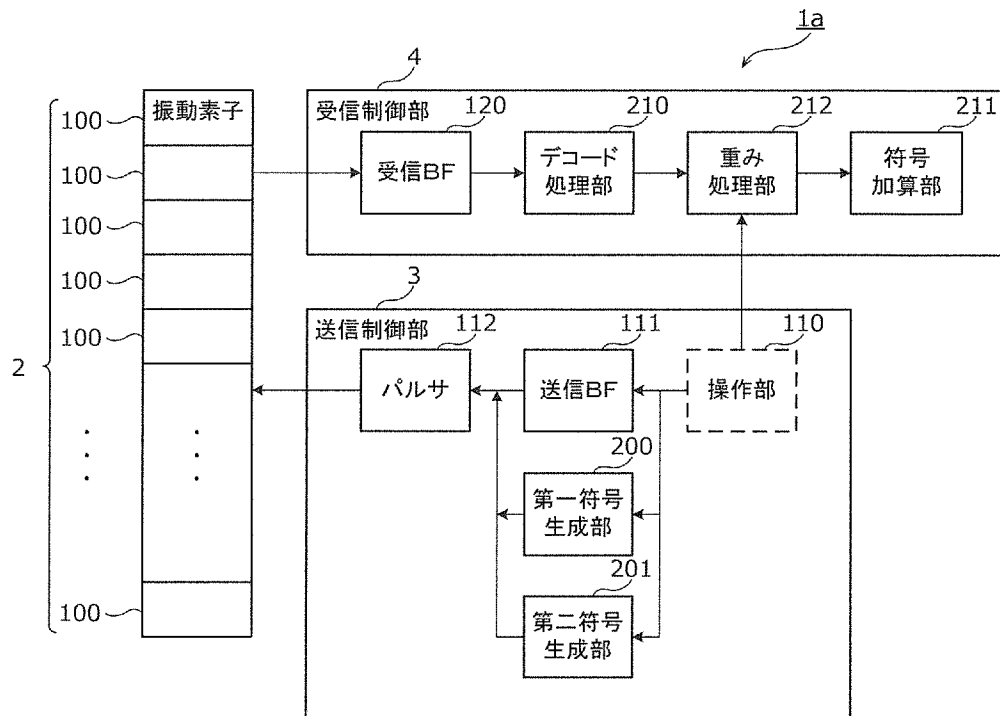
[図4]



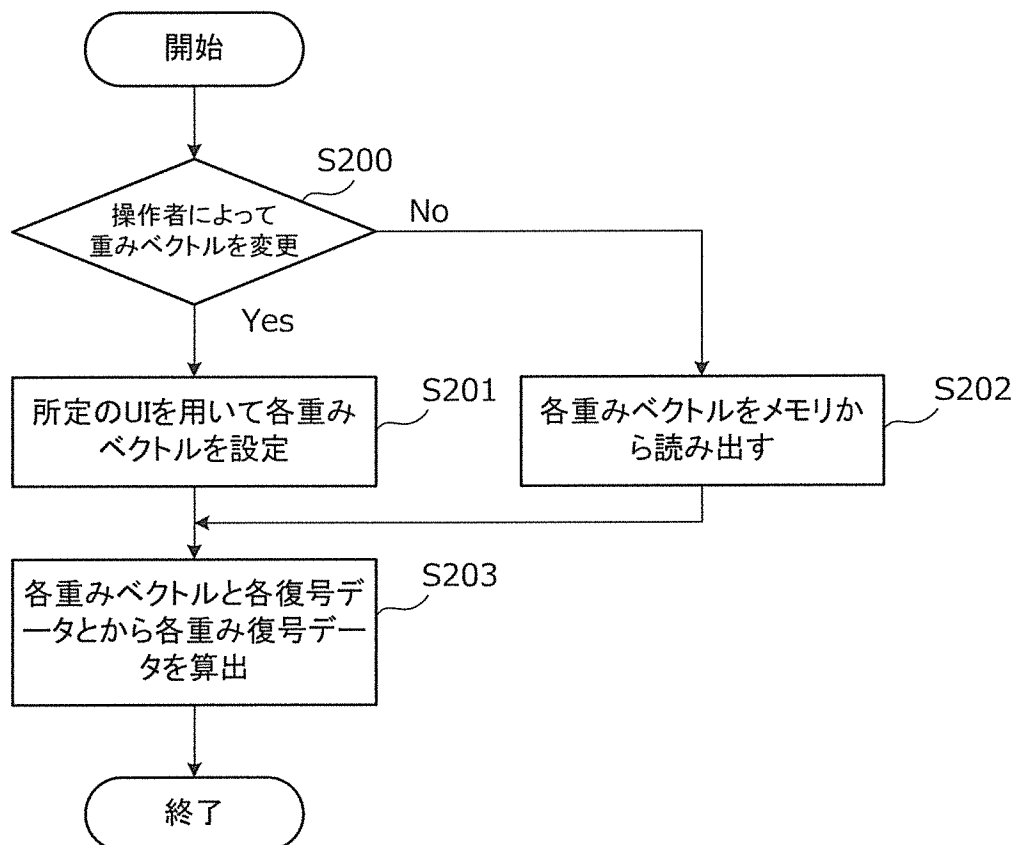
[図5]



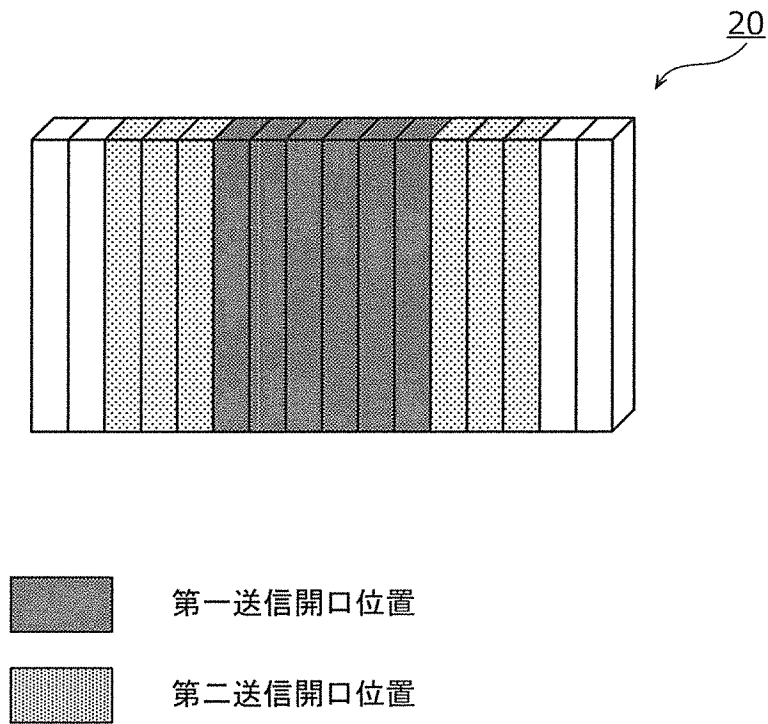
[図6]



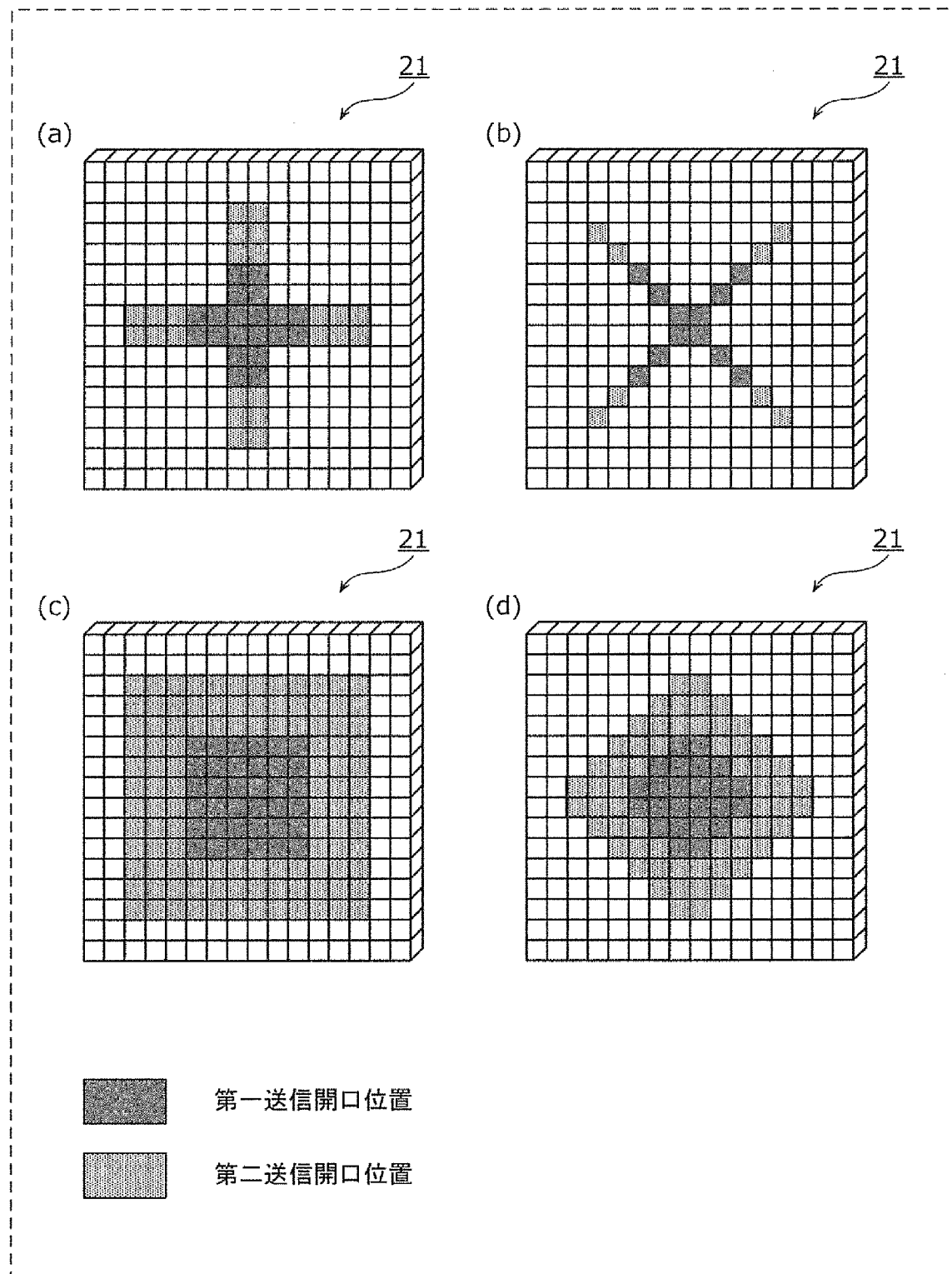
[図7]



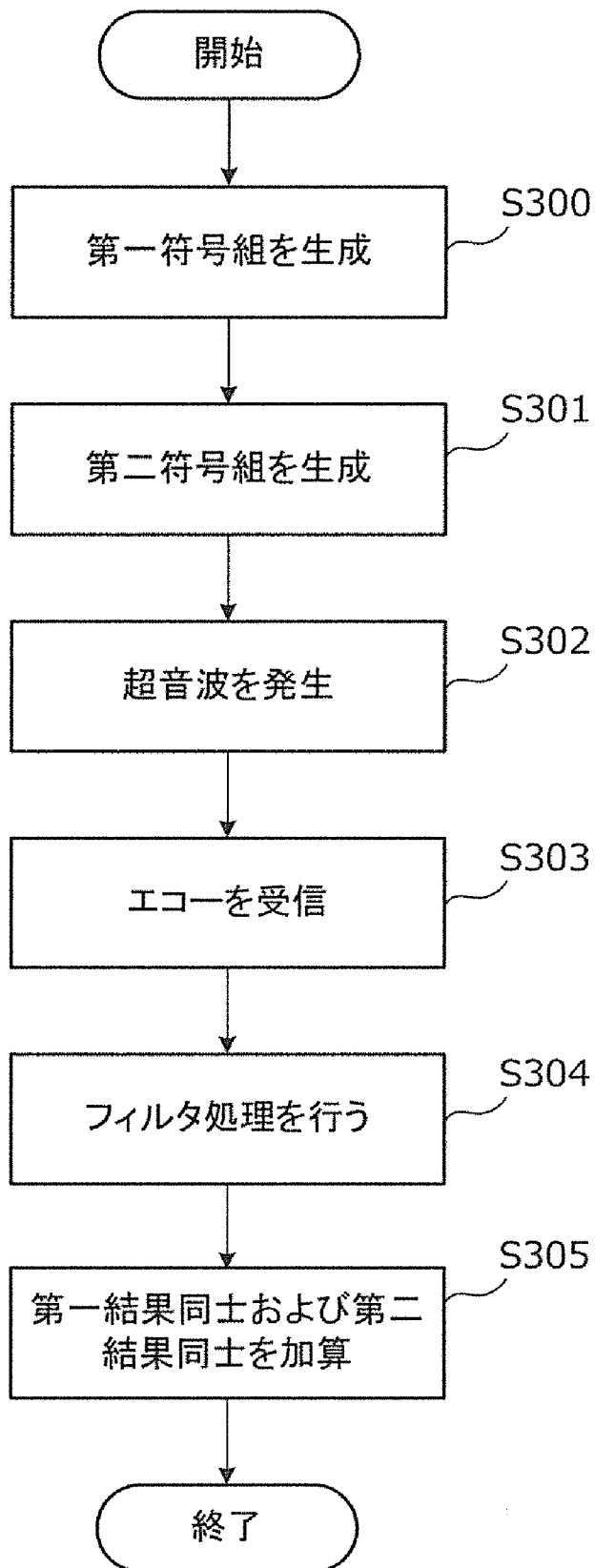
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005989

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B8/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B8/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2003-10181 A (Medison Co., Ltd.), 14 January 2003 (14.01.2003), & US 2003/0018261 A1 & KR 10-2002-0083011 A	1-9
A	JP 2000-60850 A (Aloka Co., Ltd.), 29 February 2000 (29.02.2000), (Family: none)	1-9
A	JP 2000-41980 A (General Electric Co.), 15 February 2000 (15.02.2000), & US 5984869 A & US 6113545 A & US 6050947 A & EP 952461 A2	1-9

☐ 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
07 January, 2014 (07.01.14)

Date of mailing of the international search report
21 January, 2014 (21.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B8/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B8/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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	JP 2003-10181 A（株式会社メディソン） 2003.01.14, & US 2003/0018261 A1 & KR 10-2002-0083011 A	1-9
A	JP 2000-60850 A（アロカ株式会社） 2000.02.29, (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2000-41980 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー） 2000.02.15, & US 5984869 A & US 6113545 A & US 6050947 A & EP 952461 A2	1-9

☐ 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。

* 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

07.01.2014

国際調査報告の発送日

21.01.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

宮澤 浩

2 Q

9407

電話番号 03-3581-1101 内線 3292