



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

駆動信号に従って被検体に超音波を送信し、被検体から反射され又は被検体を透過した超音波を受信することによって検出信号を得る超音波送受信手段と、

複数の周波数成分を有するか又は周波数が順次変化する複数種類の波形の内から 1 種類の波形を選択し、選択された波形を有する駆動信号を前記超音波送受信手段に供給する送信側回路と、

複数種類の周波数情報処理の内から 1 種類の周波数情報処理を選択し、前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータに対して、選択された周波数情報処理を施すことにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する受信側信号処理回路と、

10

前記受信側信号処理回路によって抽出された複数の周波数における強度情報に基づいて、被検体の超音波画像を表す画像データを生成する画像データ生成手段と、  
を具備する超音波撮像装置。

## 【請求項 2】

撮像対象の組織に関する情報と、送受信される超音波の周波数に関する情報と、超音波を送受信するために使用される探触子に関する情報との内の少なくとも 1 つに基づいて、前記送信側回路及び前記受信側信号処理回路を制御する制御部をさらに具備する、請求項 1 記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 3】

20

前記送信側回路が、

波形の異なる複数種類の駆動信号をそれぞれ発生する複数の駆動信号発生回路と、

前記複数の駆動信号発生回路において駆動信号を発生するために用いられる駆動データを算出する駆動データ演算部と、

前記制御部の制御の下で、前記複数の駆動信号発生回路の内から、前記駆動データ演算部によって算出された駆動データが供給される駆動信号発生回路を選択する選択部と、  
を含む、請求項 2 記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 4】

前記送信側回路が、

波形の異なる複数種類の駆動信号をそれぞれ発生する複数の駆動信号発生回路と、

30

前記複数の駆動信号発生回路において駆動信号を発生するために用いられる駆動データを格納する駆動データ格納手段と、

前記制御部の制御の下で、前記複数の駆動信号発生回路の内から、前記駆動データ格納手段から読み出された駆動データが供給される駆動信号発生回路を選択する選択部と、  
を含む、請求項 2 記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 5】

前記複数の駆動信号発生回路が、

駆動データに従って、インパルス波形を有する駆動信号を発生する第 1 の駆動信号発生回路と、

駆動データに従って、チャープ波形又は周波数が順次変化するバースト波形を有する駆動信号を発生する第 2 の駆動信号発生回路と、  
を含む、請求項 3 又は 4 記載の超音波撮像装置。

40

## 【請求項 6】

前記受信側信号処理回路が、

前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータに対して、複数種類の異なる周波数情報処理をそれぞれ施す複数の周波数情報処理回路と、

前記制御部の制御の下で、前記複数の周波数情報処理回路の内から、前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータが供給される周波数情報処理回路を選択する選択部と、  
を含む、請求項 2 記載の超音波撮像装置。

50

## 【請求項 7】

前記受信側信号処理回路が、

前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータに対して、複数種類の異なる周波数情報処理をそれぞれ施す複数の周波数情報処理回路と、

前記制御部の制御の下で、前記複数の周波数情報処理回路からそれぞれ出力される複数種類のデータの内から、前記画像データ生成手段に供給される 1 種類のデータを選択する選択部と、

を含む、請求項 2 記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 8】

前記複数の周波数情報処理回路が、

前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータに対して F F T (高速フーリエ変換) 又はウェレット変換を施すことにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する第 1 の周波数情報処理回路と、

前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータによって表されるチャープ波形を包絡線検波することにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する第 2 の周波数情報処理回路と、

前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータによって表されるバースト波形を包絡線検波することにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する第 3 の周波数情報処理回路と、

を含む、請求項 6 又は 7 記載の超音波撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波を送受信することにより生体内の臓器や骨等の撮像を行って、診断のために用いられる超音波画像を生成する超音波撮像装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

医療用に用いられる超音波撮像装置においては、通常、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子（プローブ）が用いられる。このような超音波用探触子を用いて、複数の超音波を合波することにより形成される超音波ビームによって被検体を走査し、被検体内部において反射された超音波エコーを受信することにより、超音波エコーの強度に基づいて被検体に関する画像情報が得られる。さらに、この画像情報に基づいて、被検体に関する 2 次元又は 3 次元画像が再現される。

## 【0003】

ところで、人体には、筋肉等の軟部組織や骨等の硬部組織のような様々な組織が含まれている。また、受信される超音波エコーの周波数特性は、対象物の深さのみならず、対象物の特性に大きく依存する。そこで、超音波撮像においては、これらの組織を区別するための情報として、超音波エコーに含まれている複数の周波数成分を利用することが考えられる。

## 【0004】

関連する技術として、下記の特許文献 1 には、対象物体の形状を示す情報を得る手段としてチャープ超音波を用い、このチャープ超音波の対象物体からのエコーを検出して増幅及び処理することにより、簡単な構成で、かつ高速に対象物体の 3 次元形状を認識することができるようにした形状認識装置が開示されている。

## 【0005】

下記の特許文献 2 には、被検材の面に向けてチャープ超音波を発射し、このチャープ超音波のエコーから検出した信号の包絡線を抽出し、この包絡線を分析、処理することにより、簡単な装置で、精度の高い被検材の検査を行うことができる超音波検査装置が開示されている。

## 【0006】

下記の特許文献 3 には、帯域が比較的狭く安価なトランスデューサを使用しても分解能を上げられ、かつ S / N の良い超音波検査装置が開示されている。この超音波検査装置は、検出したチャープ超音波のエコーを増幅するために、短時間間隔内に検出した信号が有する周波数帯のみを通過させ、かつこの各周波数帯で所定のゲインを持った増幅器を備えたものである。

【 0 0 0 7 】

下記の特許文献 4 には、簡単な回路構成により生体内の温度測定をすることのできる温度測定装置が開示されている。この温度測定装置においては、超音波チャープ波を被検部に発射し、該被検部から反射された超音波チャープ波から所定の反射波を選択し、この選択された反射波を包絡線検波することにより温度情報を得るようにしている。

10

【 0 0 0 8 】

また、被検体内において反射される超音波のスペクトル情報を得るために、チャープ波やインパルス波の超音波を送信し、超音波エコーを検出して得られた検出信号に F F T (高速フーリエ変換) を施すことにより周波数特性を測定する方式や、バースト波の超音波をスイープしながら送信することにより周波数特性を測定する方式も知られている。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、チャープ波のエンベロープから周波数特性を求める方式は、受信系の信号処理回路が簡便でリアルタイム性に優れると共に、受信信号強度も確保できるものの、スペクトル分解能が低いという問題がある。インパルス波を送信して検出信号に F F T を施すことにより周波数特性を測定する方式は、送信回路が簡単で消費電力を抑えられるという利点があるものの、送信信号の強度が低くなり、感度の観点から撮像対象が限られてしまう。また、F F T を施す場合には、演算時間が長くなり、リアルタイム性に劣るという問題がある。バースト波をスイープする方式は、受信信号の強度を連続的に高くすることができるが、スイープのために時間分解能が大幅に低くなってしまいう問題がある。このように、どの方式を用いたとしても、それぞれの方式に固有の問題があった。

20

【特許文献 1】特開昭 6 0 - 2 4 1 1 7 7 号公報 (第 2 頁、第 1 図)

【特許文献 2】特公平 5 - 5 2 4 6 1 号公報 (第 3 ~ 4 頁、第 7 図)

(特開昭 6 1 - 7 4 6 5 号)

【特許文献 3】特開昭 6 1 - 1 6 2 7 4 7 号公報 (第 6 頁、第 1 図)

【特許文献 4】特開平 3 - 1 4 0 8 3 0 号公報 (第 2 頁、第 1 図)

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、送信される超音波の波形や、受信される超音波の周波数特性の算出方式を、撮像対象となる各種の部位等に応じて選択することが可能な超音波撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記課題を解決するため、本発明に係る超音波撮像装置は、駆動信号に従って被検体に超音波を送信し、被検体から反射され又は被検体を透過した超音波を受信することによって検出信号を得る超音波送受信手段と、複数の周波数成分を有するか又は周波数が順次変化する複数種類の波形の内から 1 種類の波形を選択し、選択された波形を有する駆動信号を前記超音波送受信手段に供給する送信側回路と、複数種類の周波数情報処理の内から 1 種類の周波数情報処理を選択し、前記超音波送受信手段によって得られた検出信号に基づくデータに対して、選択された周波数情報処理を施すことにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する受信側信号処理回路と、前記受信側信号処理回路によって抽出された複数の周波数における強度情報に基づいて、被検体の超音波画像を表す画像データを生成する画像データ生成手段とを具備する。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

50

本発明によれば、複数の周波数成分を有するか又は周波数が順次変化する複数種類の波形の内から１種類の波形を選択する送信側回路と、複数種類の周波数情報処理の内から１種類の周波数情報処理を選択する受信側信号処理回路とを設けることにより、送信される超音波の波形や、受信される超音波の周波数特性の算出方式を、撮像対象となる各種の部位等に応じて選択することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図１は、本発明の第１の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る超音波撮像装置は、超音波用探触子１０と、送信遅延パターン記憶部１１と、駆動データ演算部１２と、セレクト部１３と、２種類の駆動信号発生部１４ａ及び１４ｂと、操作卓１５と、ＣＰＵによって構成された制御部１６と、ハードディスク等の記録部１７と、走査制御部１８とを含んでいる。

【００１４】

超音波用探触子１０は、トランスデューサアレイを構成する１次元又は２次元状に配列された複数の超音波トランスデューサ１０ａを備えており、被検体に当接させて用いられる。これらの超音波トランスデューサ１０ａは、印加される駆動信号に基づいて超音波ビームを送信すると共に、伝搬する超音波エコーを受信して検出信号を出力する。

【００１５】

各々の超音波トランスデューサは、例えば、ＰＺＴ（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb(lead) zirconate titanate) に代表される圧電セラミックや、ＰＶＤＦ（ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride) に代表される高分子圧電材料等の圧電性を有する材料（圧電体）の両端に電極を形成した振動子によって構成される。このような振動子の電極に、パルス状の電気信号又は連続波の電気信号を送って電圧を印加すると、圧電体は伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状の超音波又は連続波の超音波が発生し、これらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。これらの電気信号は、超音波の検出信号として出力される。

【００１６】

或いは、超音波トランスデューサとして、変換方式の異なる複数種類の素子を用いても良い。例えば、超音波を送信する素子として上記の振動子を用い、超音波を受信する素子として光検出方式の超音波トランスデューサを用いるようにする。光検出方式の超音波トランスデューサとは、超音波信号を光信号に変換して検出するものであり、例えば、フアブリーペロー共振器やファイバブラッググレーティングによって構成される。

【００１７】

また、超音波を送信する超音波用探触子と超音波を受信する超音波用探触子とを対向して配置することにより、被検体を透過する超音波を受信するようにしても良い。その場合には、送信用探触子と受信用探触子との間の距離を調節可能とし、それらの探触子を被検体に押し付けて使用する。

【００１８】

制御部１６は、操作卓１５を用いたオペレータの操作に基づいて、走査制御部１８、駆動データ演算部１２、セレクト部１３及び２７を制御する。記録部１７には、制御部１６を構成するＣＰＵに各種の動作を実行させるプログラムや、超音波トランスデューサの送受信における変換効率や周波数特性のデータが記録されている。

【００１９】

走査制御部１８は、超音波ビームの送信方向及び超音波エコーの受信方向を順次設定する。送信遅延パターン記憶部１１は、超音波ビームを形成する際に用いられる複数の送信遅延パターンを記憶している。駆動データ演算部１２は、走査制御部１８において設定された送信方向に応じて、送信遅延パターン記憶部１１に記憶されている複数の遅延パター

10

20

30

40

50

ンの中から所定のパターンを選択し、そのパターンに基づいて、複数の超音波トランスデューサ 10 a の各々に与えられる駆動信号の遅延時間を設定し、駆動信号を発生するために用いられる駆動データを算出する。送信される超音波の波形、即ち、駆動信号の波形としては、インパルス波形、チャープ波形、バースト波形の内の 1 つが、制御部 16 の制御に従って選択される。なお、駆動データとしては、予め算出して送信遅延パターン記憶部 11 又は記録部 17 等の駆動データ格納手段に格納してあるものを読み出して用いるようにしても良い。

#### 【0020】

セクタ部 13 は、制御部 16 の制御の下で、駆動信号発生部 14 a と駆動信号発生部 14 b との内から、駆動データ演算部 12 によって算出された駆動データが供給される駆動信号発生部を選択する。 10

#### 【0021】

駆動信号発生部 14 a 及び 14 b の各々は、所定の信号を発生する信号発生回路と、信号発生回路によって発生された信号に遅延を与えることにより、複数の超音波トランスデューサ 10 a に供給すべき複数の駆動信号をそれぞれ発生する複数の駆動回路とによって構成されている。駆動信号発生部 14 a の信号発生回路は、駆動データに従って、インパルス波形を有する駆動信号を発生する。また、駆動信号発生部 14 b の信号発生回路は、駆動データに従って、チャープ波形を有する駆動信号、又は、1 回の送信毎に周波数を順次変化させたバースト波形を有する駆動信号を発生する。駆動回路は、駆動データ演算部 12 において設定された遅延時間に従って、信号発生回路が発生する信号を遅延させる。 20  
駆動信号発生部 14 a 又は 14 b から出力される駆動信号に従って、複数の超音波トランスデューサ 10 a から超音波が送信される。

#### 【0022】

さらに、本実施形態に係る超音波撮像装置は、プリアンプ 21 と、TGC (time gain compensation: タイム・ゲイン・コンペンセーション) 増幅器 22 と、A/D (アナログ/ディジタル) 変換器 23 と、1 次記憶部 24 と、受信遅延パターン記憶部 25 と、受信制御部 26 と、セクタ部 27 と、周波数情報処理部 28 a ~ 28 c と、画像データ生成部 29 と、2 次記憶部 30 と、画像処理部 31 と、表示部 32 とを含んでいる。

#### 【0023】

超音波用探触子 10 から送信された超音波ビームが被検体において反射され、これによって生じた超音波エコーが複数の超音波トランスデューサ 10 a に受信されて、複数の検出信号が生成される。これらの検出信号は、プリアンプ 21 によって増幅され、TGC 増幅器 22 によって、被検体内において超音波が到達した距離による減衰の補正が施される。また、複数の超音波トランスデューサ間における変換効率や周波数特性のバラツキは、記録部 17 に記録されているデータを用いて補正される。 30

#### 【0024】

TGC 増幅器 22 から出力される検出信号は、A/D 変換器 23 によってディジタル信号に変換される。なお、A/D 変換器 23 のサンプリング周波数としては、少なくとも超音波の周波数の 10 倍程度の周波数が必要であり、超音波の周波数の 16 倍以上の周波数が望ましい。また、A/D 変換器 23 の分解能としては、10 ビット以上が望ましい。1 40  
次記憶部 24 は、A/D 変換器 23 から出力されるディジタルの検出信号を、超音波トランスデューサごとに時系列に記憶する。

#### 【0025】

受信遅延パターン記憶部 25 は、複数の超音波トランスデューサ 10 a から出力された複数の検出信号に対して受信フォーカス処理を行う際に用いられる複数の受信遅延パターンを記憶している。受信制御部 26 は、走査制御部 18 において設定された受信方向に基づいて、受信遅延パターン記憶部 25 に記憶されている複数の受信遅延パターンの中から所定のパターンを選択し、そのパターンに基づいて複数の検出信号に遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた検出信号である音線信号を表す音線データが形成される。なお、 50

受信フォーカス処理は、A / D 変換の前、又は、T G C 増幅器 2 2 による補正の前に行うようにしても良い。

【 0 0 2 6 】

受信制御部 2 6 から出力される音線データは、セクタ部 2 7 によって、周波数情報処理部 2 8 a、2 8 b、2 8 c の何れかに選択的に供給される。周波数情報処理部 2 8 a は、音線データに対して F F T ( 高速フーリエ変換 ) を施すことにより、音線信号 ( 検出信号 ) に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する。なお、F F T の代わりに、ウェブレット変換等を施すようにしても良い。また、周波数情報処理部 2 8 b は、音線データによって表されるチャープ波形を包絡線検波することにより、音線信号 ( 検出信号 ) に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する。さらに、周波数情報処理部 2 8 c は、音線データによって表されるバースト波形を包絡線検波することにより、音線信号 ( 検出信号 ) に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する。

10

【 0 0 2 7 】

以上において、制御部 1 6 は、撮像対象の組織に関する情報、送受信される超音波の周波数に関する情報、又は、超音波を送受信するために使用される探触子に関する情報等に基づいて、駆動データ演算部 1 2 とセクタ部 1 3 及び 2 7 を制御することにより、送信される超音波の波形と、受信される超音波の周波数特性の算出方式を指定する。なお、撮像対象の組織に関する情報は、オペレータが、操作卓 1 5 を用いて入力するようにしても良い。また、探触子に関する情報は、使用する探触子の型番及び / 又はシリアル番号を検出して、予め記録部 1 7 に記録しておいた複数種類の情報の内から、使用する探触子に

20

【 0 0 2 8 】

送信波形としては、例えば、比較的浅部の軟部組織内における超音波スペクトルの微妙な変化を測定する場合には、深さ方向の分解能を高くすることができるインパルス波形を用いる。また、比較的深部又は減衰の大きい組織内における超音波スペクトルの変化を測定する場合には、受信信号強度を確保できるチャープ波形を用いる。さらに、骨の裏面反射を利用し、骨内部における超音波スペクトルの変化を測定するような場合には、バースト波形を用いる。

【 0 0 2 9 】

具体的には、肩や足首等の関節に対しては、インパルス波形とチャープ波形の超音波を撮像対象の深さに応じて切り換えて送信し、受信側において音線データに F F T 又はウェブレット変換等を施すことにより、複数の周波数における強度情報を抽出する。腹部に対しては、チャープ波形の超音波を送信し、受信側において音線データに F F T 又はウェブレット変換等を施すことにより、複数の周波数における強度情報を抽出する。循環器に対しては、チャープ波形の超音波を送信し、受信側において音線データによって表されるチャープ波形を包絡線検波することにより、複数の周波数における強度情報を抽出する。

30

【 0 0 3 0 】

あるいは、撮像対象が浅部である場合には、超音波の周波数範囲を比較的高く設定してインパルス波形の超音波を送信し、受信側において音線データに F F T 又はウェブレット変換等を施すことにより、複数の周波数における強度情報を抽出する。一方、撮像対象が深部である場合には、超音波の周波数範囲を比較的低く設定してチャープ波形の超音波を送信し、受信側において音線データによって表されるチャープ波形を包絡線検波することにより、複数の周波数における強度情報を抽出する。さらに、撮像対象の組織に応じて、超音波の周波数範囲を変えるようにしても良い。

40

【 0 0 3 1 】

例えば、腹部 ( 深さ 1 0 c m 以上 ) に対しては、周波数範囲 2 ~ 4 M H z の超音波を送信し、乳腺 ( 深さ 1 0 c m 程度 ) に対しては、周波数範囲 5 ~ 1 0 M H z の超音波を送信し、甲状腺 ( 深さ 5 ~ 1 0 c m ) に対しては、周波数範囲 7 ~ 1 5 M H z の超音波を送信する。また、骨・腱 ( 深さ 3 ~ 7 c m ) に対しては、周波数範囲 0 . 5 ~ 4 M H z の超音波を送信し、皮膚 ( 深さ 3 m m 以下 ) に対しては、周波数範囲 1 5 M H z 以上の超音波を

50

送信し、内視鏡下の粘膜（深さ数mm～2cm程度）に対しては、周波数範囲10～25MHzの超音波を送信する。

【0032】

送信波形の選択は、予備走査において撮像対象から反射された超音波の信号強度に応じて、自動又は手動で行っても良い。例えば、十分な信号強度が得られている場合にはインパルス波形を選択し、信号強度を上げたい場合にはチャープ波形に切り換え、さらに信号強度を上げたい場合にはバースト波形に切り換える。あるいは、バースト波形を選択している際に、超音波スペクトルの変化を厳密に測定したい場合にはチャープ波形に切り換え、さらに厳密に測定したい場合にはインパルス波形に切り換える。

【0033】

また、超音波撮像装置をバッテリーで駆動する場合には、インパルス波形を選択するようにして、送信系回路における電力の消費を抑えるようにしても良い。さらに、通常はインパルス波形を選択し、信号強度又はSN比が不足する場合にのみ、チャープ波形又はバースト波形に切り換えても良い。

【0034】

このようにして、送信される超音波の波形や、受信される超音波の周波数特性の算出方式を、撮像対象の組織や、送受信される超音波の周波数や、超音波を送受信するために使用される探触子等に応じて選択することが可能となる。なお、送信波形をインパルス波形とチャープ波形との2種類のみとして、受信される超音波の周波数特性の算出方式としてはFFT（又はウェブレット変換等）のみを用いるようにしても良い。

【0035】

選択された周波数情報処理部によって周波数情報処理が施された音線データは、画像データ生成部29に入力される。画像データ生成部29は、音線信号（検出信号）に含まれている複数の周波数における強度情報に基づいて、画像データを生成する。

【0036】

2次記憶部30は、画像データ生成部29から出力される画像データを記憶する。画像処理部31は、2次記憶部30に記憶されている画像データに、各種の画像処理を施す。表示部32は、例えば、CRTやLCD等のディスプレイ装置を含んでおり、画像処理部31によって画像処理が施された画像信号に基づいて超音波画像を表示する。

【0037】

図2に、本実施形態に係る超音波撮像装置において表示される超音波画像の例を模式的に示す。図2の(a)は、通常のBモード画像を模式的に示す図であり、硬部組織（骨）の内部はほとんど不明であるが、硬部組織（骨）の外側に存在する軟部組織（筋）が表された超音波画像が生成される。このようなBモード画像は、駆動データ演算部12～駆動信号発生部14a又は14bにおいて、単一の周波数を有する駆動信号を発生させ、周波数情報処理部28a～28cのいずれかにおいて、音線データに対して通常の検波処理を施すようにすれば得られる。

【0038】

一方、図2の(b)は、本実施形態において得られる周波数画像を模式的に示す図であり、送信超音波の波形と受信側信号処理における周波数特性の算出方式とを適切に選択することにより、硬部組織（骨）の内部を強調して表示することができる。また、硬部組織（骨）と軟部組織（筋）との分離もはっきりと表されており、骨から表皮までを撮像することが可能である。図2の(c)は、Bモード画像と周波数画像とを合成して表示した画面を模式的に示している。

【0039】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

図3は、本発明の第2の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。本実施形態においては、セクタ部27と、周波数情報処理部28a、28b、28cとの順序を入れ替えている。

【0040】

10

20

30

40

50



周波数情報処理部 28 a ~ 28 c は、受信制御部 26 から出力される音線データに対して、第 1 の実施形態において説明したような複数種類の異なる周波数情報処理をそれぞれ施す。セレクト部 27 は、制御部 16 の制御の下で、周波数情報処理部 28 a ~ 28 c からそれぞれ出力される複数種類の音線データの内から、画像データ生成部 27 に供給される 1 種類の音線データを選択し、画像データ生成部 27 に供給する。

#### 【0041】

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。

本発明の第 3 の実施形態においては、本発明に係る超音波撮像装置が内視鏡装置に組み込まれており、超音波トランスデューサが生体内に挿入されて超音波撮像が行われる。

図 4 は、本発明の第 3 の実施形態に係る超音波撮像装置が組み込まれた内視鏡装置の概観を示す図である。この内視鏡装置は、被検体である患者の体腔内に挿入される挿入部 40 と、所定の場所に設置されて挿入部 40 を操作するために用いられる本体操作部 50 とによって構成される。

#### 【0042】

挿入部 40 は、超音波観測部 41 と、内視鏡観察部 42 と、アングル部 43 と、軟性部 44 とを含んでおり、軟性部 44 が本体操作部 50 に連結されて使用される。また、本体操作部 50 は、モータ等の回転駆動部 51 を含んでいる。超音波観測部 41 は、超音波トランスデューサ 41 a と、この超音波トランスデューサ 41 a を支持する支持台 41 b と、支持台 41 b に連結されたフレキシブルシャフト 41 c とを有している。フレキシブルシャフト 41 c は、本体操作部 50 において、回転駆動部 51 に連結されている。これにより、超音波トランスデューサ 41 a が軸回りに回転して、ラジアルスキャンを行うことができる。

#### 【0043】

図 5 は、図 4 に示す挿入部の先端部分を示す図である。超音波観測部 41 は、挿入部 40 の先端に突出する先端キャップ 41 d を有しており、先端キャップ 41 d 内には、超音波トランスデューサ 41 a が、支持台 41 b に支持されて設けられている。支持台 41 b は、フレキシブルシャフト 41 c と共に回転する。なお、先端キャップ 41 d 内は、液体で満たされている。

#### 【0044】

内視鏡観察部 42 は、挿入部 40 の側面の一部を面取りすることによって平坦化された観察機構装着部 42 a に設けられた照明窓 42 b 及び観察窓 42 c を有している。照明窓 42 b には、光源装置からライトガイドを介して供給される照明光を出射させるための照明用レンズが装着されている。また、観察窓 42 c には、対物レンズが装着されており、この対物レンズの結像位置に、イメージガイドの入力端又は CCD カメラ等の固体撮像素子が配置されている。

#### 【0045】

さらに、観察機構装着部 42 a には、観察窓 42 c の前方位置に、鉗子等の処置具を導出されるための処置具導出孔 42 d が形成されている。また、面取りされた部分の段差領域には、照明窓 42 b 及び観察窓 42 c を洗浄するための液体を供給するノズル孔 42 e が形成されている。

#### 【0046】

図 6 に示すように、超音波観測部 41 と内視鏡観察部 42 とを含む挿入部 40 が、被検体である患者の消化管 100 内に挿入されて、超音波診断及び内視鏡検査が行われる。

#### 【0047】

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る超音波撮像装置は、挿入部 40 (図 4) に設けられている超音波観測部 41 と、本体操作部 50 (図 4) に設けられている制御部 51 ~ 表示部 70 とを含んでいる。

#### 【0048】

超音波観測部 41 は、ラジアルスキャンを行う 1 素子の超音波トランスデューサを含ん

10

20

30

40

50

でいる。なお、超音波観測部 4 1 において、1 次元又は 2 次元状に配列された複数の超音波トランスデューサを含むトランスデューサアレイを用いても良い。

【0049】

制御部 5 1 は、操作卓 5 2 を用いたオペレータの操作に基づいて、セクタ部 5 4 及び 6 5 を制御する。記録部 5 3 には、制御部 5 1 を構成する CPU に各種の動作を実行させるプログラムや、超音波トランスデューサの送受信における変換効率や周波数特性のデータが記録されている。

【0050】

セクタ部 5 4 は、制御部 5 1 の制御の下で、駆動信号発生部 5 5 a と駆動信号発生部 5 5 b との内から、駆動信号の発生に用いる一方を選択する。送信される超音波の波形、即ち、駆動信号の波形としては、インパルス波形、チャープ波形、バースト波形の内の 1 つが、制御部 4 6 の制御に従って選択される。

【0051】

駆動信号発生部 5 5 a は、インパルス波形を有する駆動信号を発生する。また、駆動信号発生部 5 5 b は、チャープ波形を有する駆動信号、又は、1 回の送信毎に周波数を順次変化させたバースト波形を有する駆動信号を発生する。駆動信号発生部 5 5 a 又は 5 5 b から出力される駆動信号に従って、超音波観測部 4 1 から超音波が送信される。

【0052】

超音波観測部 4 1 から送信された超音波ビームが被検体において反射され、これによって生じた超音波エコーが超音波観測部 4 1 に受信されて、検出信号が生成される。この検出信号は、プリアンプ 6 1 によって増幅され、TGC 増幅器 6 2 によって、被検体内において超音波が到達した距離による減衰の補正が施される。

【0053】

TGC 増幅器 6 2 から出力される検出信号は、A/D 変換器 6 3 によってデジタル信号に変換される。1 次記憶部 6 4 は、A/D 変換器 6 3 から出力されるデジタルの検出信号を、時系列に記憶する。

【0054】

1 次記憶部 6 4 から読み出された検出信号は、セクタ部 6 5 によって、周波数情報処理部 6 6 a、6 6 b、6 6 c の何れかに選択的に供給される。周波数情報処理部 6 6 a は、検出信号に対して FFT (高速フーリエ変換) を施すことにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する。なお、FFT の代わりに、ウェブレット変換等を施すようにしても良い。また、周波数情報処理部 6 6 b は、検出信号によって表されるチャープ波形を包絡線検波することにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する。さらに、周波数情報処理部 6 6 c は、検出信号によって表されるバースト波形を包絡線検波することにより、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報を抽出する。

【0055】

以上において、制御部 5 1 は、撮像対象の組織に関する情報、送受信される超音波の周波数に関する情報、又は、超音波を送受信するために使用される超音波トランスデューサに関する情報等に基づいて、セクタ部 5 4 及び 6 5 を制御することにより、送信される超音波の波形と、受信される超音波の周波数特性の算出方式を指定する。なお、撮像対象の組織に関する情報は、オペレータが、操作卓 5 2 を用いて入力するようにしても良い。また、超音波トランスデューサに関する情報は、使用する超音波トランスデューサの型番及び / 又はシリアル番号を検出して、予め記録部 5 3 に記録しておいた複数種類の情報の内から、使用する超音波トランスデューサに対応するものを読み出すようにしても良い。

【0056】

選択された周波数情報処理部によって周波数情報処理が施された検出信号は、画像データ生成部 6 7 に入力される。画像データ生成部 6 7 は、検出信号に含まれている複数の周波数における強度情報に基づいて、画像データを生成する。

【0057】

10

20

30

40

50

２次記憶部６８は、画像データ生成部６７から出力される画像データを記憶する。画像処理部６９は、２次記憶部６８に記憶されている画像データに、各種の画像処理を施す。表示部７０は、例えば、ＣＲＴやＬＣＤ等のディスプレイ装置を含んでおり、画像処理部６９によって画像処理が施された画像信号に基づいて超音波画像を表示する。

#### 【００５８】

本実施形態においても、第１の実施形態と同様に、送信超音波の波形と受信側信号処理における周波数特性の算出方式とを適切に選択することにより、硬部組織の内部を強調して表示したり、硬部組織と軟部組織との分離をはっきりさせることが可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【００５９】

本発明は、超音波を送受信することにより生体内の臓器や骨等の撮像を行って、診断のために用いられる超音波画像を生成する超音波撮像装置において利用することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【００６０】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図２】本発明の第１の実施形態に係る超音波撮像装置において表示される超音波画像の例を模式的に示す図である。

【図３】本発明の第２の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図４】本発明の第３の実施形態に係る超音波撮像装置が組み込まれた内視鏡装置の概観を示す図である。

【図５】図４に示す挿入部の先端部分を示す図である。

【図６】図４に示す挿入部が患者の消化管内に挿入されて、超音波診断及び内視鏡検査が行われる様子を示す図である。

【図７】本発明の第３の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

#### 【００６１】

- １０ 超音波用探触子
- １０ａ 超音波トランスデューサ
- １１ 送信遅延パターン記憶部
- １２ 駆動データ演算部
- １３、５４ セレクタ部
- １４ａ、１４ｂ、５５ａ、５５ｂ 駆動信号発生部
- １５、５２ 操作卓
- １６、５１ 制御部
- １７、５３ 記録部
- １８ 走査制御部
- ２１、６１ プリアンプ
- ２２、６２ ＴＧＣ増幅器
- ２３、６３ Ａ／Ｄ変換器
- ２４、６４ １次記憶部
- ２５ 受信遅延パターン記憶部
- ２６ 受信制御部
- ２７、６５ セレクタ部
- ２８ａ～２８ｃ、６６ａ～６６ｃ 周波数情報処理部
- ２９、６７ 画像データ生成部
- ３０、６８ ２次記憶部
- ３１、６９ 画像処理部
- ３２、７０ 表示部
- ４０ 挿入部

10

20

30

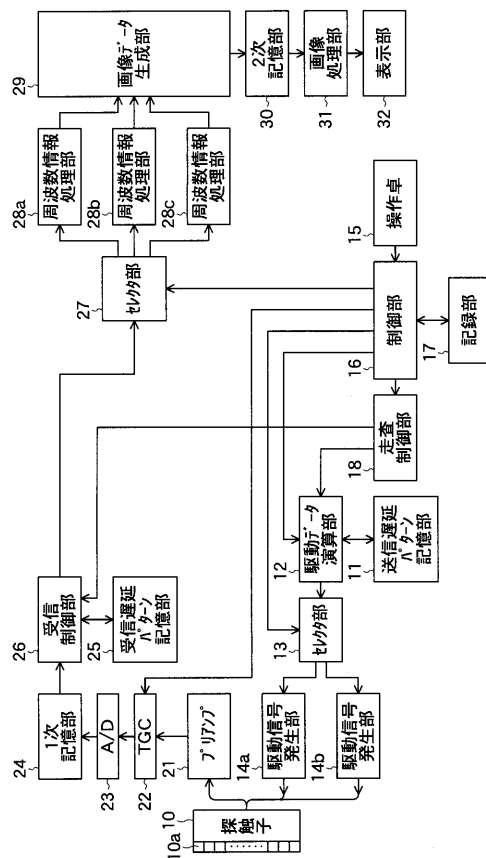
40

50

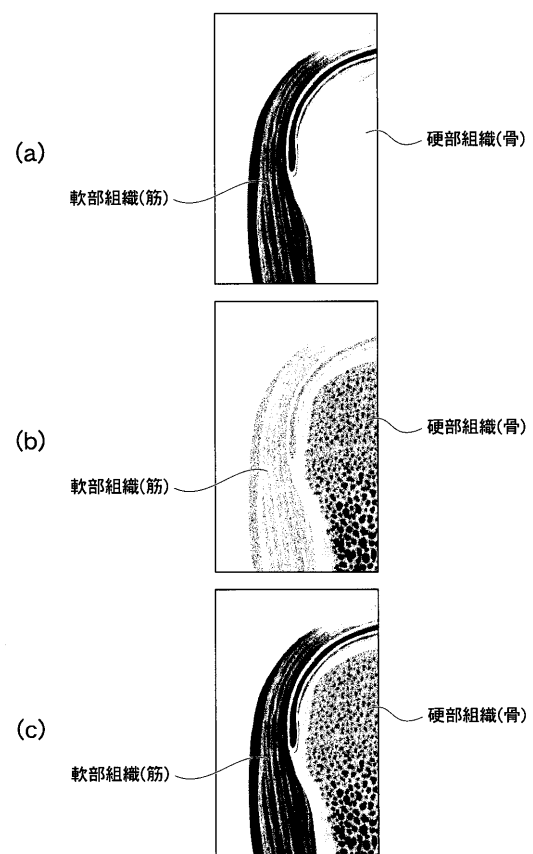
- 4 1 超音波観測部
- 4 1 a 超音波トランスデューサ
- 4 1 b 支持台
- 4 1 c フレキシブルシャフト
- 4 1 d 先端キャップ
- 4 2 内視鏡観察部
- 4 2 a 観察機構装着部
- 4 2 b 照明窓
- 4 2 c 観察窓
- 4 2 d 処置具導出孔
- 4 2 e ノズル孔
- 4 3 アングル部
- 4 4 軟性部
- 5 0 本体操作部
- 5 1 回転駆動部

10

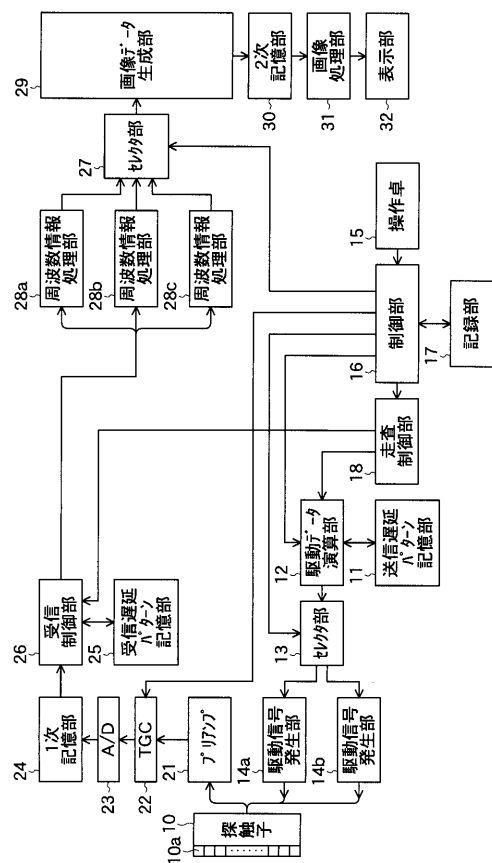
【図 1】



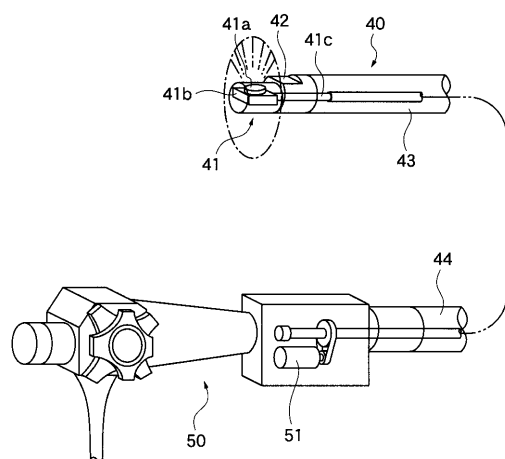
【図 2】



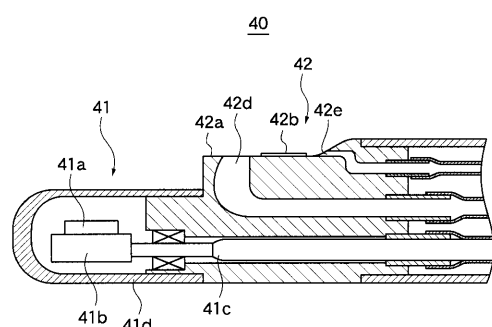
【 図 3 】



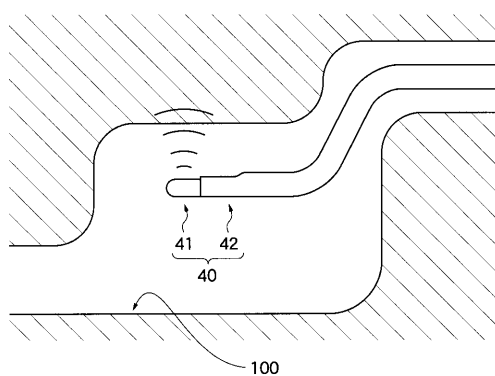
【 図 4 】



【圖 5】



【 図 6 】



【圖 7】

