

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-269004

(P2010-269004A)

(43) 公開日 平成22年12月2日(2010.12.2)

(51) Int.Cl.
A61B 8/06 (2006.01)F1
A61B 8/06テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2009-124156 (P2009-124156)
(22) 出願日 平成21年5月22日 (2009.5.22)(71) 出願人 390029791
アロカ株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(74) 代理人 100075258
弁理士 吉田 研二
(74) 代理人 100096976
弁理士 石田 純
(72) 発明者 国田 正徳
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ
カ株式会社内
Fターム(参考) 4C601 DE02 EE09 HH03 JB26

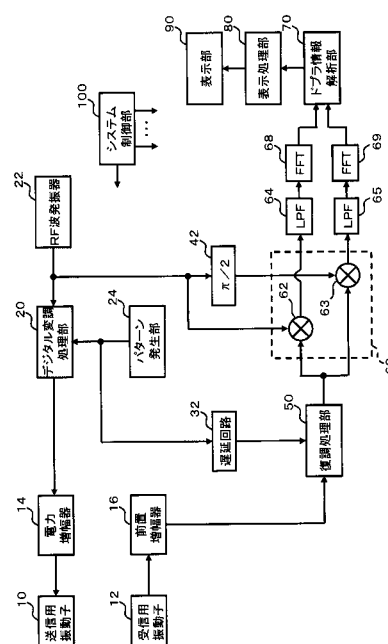
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】連続波を利用して目標位置からの生体内情報を抽出する超音波診断装置において改良された装置構成を提供する。

【解決手段】デジタル変調処理部20は、パターン発生部24から得られる信号列を用いて、RF信号に対して変調処理を施すことにより、連続波の送信信号を形成する。復調処理部50は、生体内の目標位置に応じて信号列から形成される参照信号列を用いて、受信信号に対して目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより復調信号を得る。受信ミキサ60は、RF信号から形成される参照波信号を用いて、復調信号に対して検波処理を施すことにより、目標位置から得られるベースバンド信号を抽出する。さらにドプラ情報解析部70は、ベースバンド信号から目標位置に対応したドプラ情報を抽出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周期的な信号列を用いて搬送波信号に対して変調処理を施すことにより得られる連続波の送信信号を出力する送信信号出力部と、

前記送信信号に対応した超音波の送信波を生体に送波してその送信波に伴う受信波を生体から受波することにより受信信号を得る送受波部と、

生体内の目標位置に応じて前記信号列から形成される参照信号列を用いて、前記受信信号に対して目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、選択的復調信号を得る位置選択部と、

前記搬送波信号から形成される参照波信号を用いて前記選択的復調信号に対して検波処理を施すことにより、目標位置から得られる目標信号を抽出する目標抽出部と、

前記目標信号から生体内情報を抽出する生体内情報抽出部と、

を有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

目標位置の深さに応じた遅延量だけ前記信号列を遅延処理して前記参照信号列を形成する遅延処理部をさらに有し、

前記受信信号に含まれる目標位置に対応した信号列パターンと前記参照信号列の信号列パターンとを互いに一致させることにより、前記選択的な復調処理を実現する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置において、

前記位置選択部は、複数の目標位置の各々に対応した参照信号列を用いて、前記受信信号に対して各目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、複数の目標位置に対応した複数の選択的復調信号を形成し、

前記目標抽出部は、複数の選択的復調信号の各々に対して参照波信号を用いて検波処理を施すことにより、複数の目標位置に対応した複数の目標信号を抽出する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の超音波診断装置において、

前記受信信号を記憶する受信信号記憶部をさらに有し、

対象となる受信信号に後続する受信信号が前記受信信号記憶部に記憶される処理と並行して、

前記位置選択部は、対象となる受信信号から複数の選択的復調信号を形成し、

前記目標抽出部は、複数の選択的復調信号から複数の目標信号を抽出する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の超音波診断装置において、

複数の目標位置に対応した複数の参照信号列を記憶する参照信号列記憶部を有し、

前記位置選択部は、複数の目標位置の各々に対応した参照信号列を順に用いて、前記受信信号に対して各目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、複数の目標位置の各々に対応した位置選択信号を順に形成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の超音波診断装置において、

前記送受波部は、送信波を送波する複数の送信用振動素子と受信波を受波することにより受信信号を得る複数の受信用振動素子とを備え、

前記位置選択部は、各受信用振動素子ごとに目標位置に応じて形成される前記参照信号列を用いて、各受信用振動素子から得られる受信信号に対して、目標位置を対象とした選

10

20

30

40

50

択的な復調処理を施すことにより、複数の受信用振動素子に対応した複数の選択的復調信号を形成し、

前記目標抽出部は、複数の選択的復調信号の各々に対して前記参照波信号を用いて検波処理を施すことにより、複数の選択的復調信号から複数の受信用振動素子に対応した複数の目標信号を抽出し、

前記生体内情報抽出部は、前記複数の目標信号を合成することにより得られる目標位置を焦点とした合成目標信号から生体内情報を抽出する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の超音波診断装置において、

各受信用振動素子ごとに目標位置との間の位置関係に応じた遅延量だけ前記信号列を遅延処理することにより、複数の受信用振動素子に対応した複数の参照信号列を形成する参照信号列形成部をさらに有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載の超音波診断装置において、

各受信用振動素子ごとに目標位置との間の位置関係に応じた位相量だけ前記搬送波信号の位相を調整することにより、複数の受信用振動素子に対応した複数の参照波信号を形成する参照波信号形成部をさらに有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の超音波診断装置において、

前記目標抽出部は、前記参照波信号形成部により位相を調整されて形成された複数の参照波信号を用いて、複数の受信用振動素子に対応した複数の目標信号を抽出し、

前記生体内情報抽出部は、前記複数の目標信号を加算することにより得られる合成目標信号から生体内情報を抽出する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記送信信号出力部は、周期的な信号列に基づいた位相シフトキーイングにより搬送波信号の位相を変化させて形成された連続波の送信信号を出力する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に関し、特に、連続波を利用する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置の連続波を利用した技術として、連続波ドプラが知られている。連続波ドプラでは、例えば、数 MHz の正弦波である送信波が生体内へ連続的に放射され、生体内からの反射波が連続的に受波される。反射波には、生体内における運動体（例えば血流など）によるドプラシフト情報が含まれる。そこで、そのドプラシフト情報を抽出して周波数解析することにより、運動体の速度情報を反映させたドプラ波形などを形成することができる。

【0003】

連続波を利用した連続波ドプラは、パルス波を利用したパルスドプラに比べて一般に高速の速度計測の面で優れている。こうした事情などから、本願発明者は、連続波ドプラに関する研究を重ねてきた。その成果の一つとして、特許文献 1 において、周波数変調処理を施した連続波ドプラ（FM CW ドプラ）に関する技術を提案している。

【0004】

10

20

30

40

50

一方、連続波ドプラでは、連続波を利用していることにより位置計測が困難である。例えば、従来の一般的な連続波ドプラの装置（FMCWドプラを利用しない装置）では、位置計測を行うことができなかった。これに対し、本願発明者は、特許文献2において、FMCWドプラにより生体内組織の速度に加えて生体内組織の位置を計測することができる技術を提案している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-253949号公報

【特許文献2】特開2006-14916号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1や特許文献2に記載されたFMCWドプラの技術は、それまでにない超音波診断の可能性を秘めた画期的な技術である。本願発明者は、この画期的な技術の改良についてさらに研究を重ねてきた。特に、連続波を利用して目標位置からの生体内情報を抽出する技術に注目して研究を重ねてきた。

【0007】

本発明は、このような背景において成されたものであり、その目的は、連続波を利用して目標位置からの生体内情報を抽出する超音波診断装置において改良された装置構成を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明の好適な態様である超音波診断装置は、周期的な信号列を用いて搬送波信号に対して変調処理を施すことにより得られる連続波の送信信号を出力する送信信号出力部と、前記送信信号に対応した超音波の送信波を生体に送波してその送信波に伴う受信波を生体から受波することにより受信信号を得る送受波部と、生体内の目標位置に応じて前記信号列から形成される参照信号列を用いて、前記受信信号に対して目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、選択的復調信号を得る位置選択部と、前記搬送波信号から形成される参照波信号を用いて前記選択的復調信号に対して検波処理を施すことにより目標位置から得られる目標信号を抽出する目標抽出部と、前記目標信号から生体内情報を抽出する生体内情報抽出部と、を有することを特徴とする。

30

【0009】

望ましい態様において、前記超音波診断装置は、目標位置の深さに応じた遅延量だけ前記信号列を遅延処理して前記参照信号列を形成する遅延処理部をさらに有し、前記受信信号に含まれる目標位置に対応した信号列パターンと前記参照信号列の信号列パターンとを互いに一致させることにより、前記選択的な復調処理を実現する、ことを特徴とする。

【0010】

望ましい態様において、前記位置選択部は、複数の目標位置の各々に対応した参照信号列を用いて、前記受信信号に対して各目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、複数の目標位置に対応した複数の選択的復調信号を形成し、前記目標抽出部は、複数の選択的復調信号の各々に対して参照波信号を用いて検波処理を施すことにより、複数の目標位置に対応した複数の目標信号を抽出する、ことを特徴とする。

40

【0011】

望ましい態様において、前記超音波診断装置は、前記受信信号を記憶する受信信号記憶部をさらに有し、対象となる受信信号に後続する受信信号が前記受信信号記憶部に記憶される処理と並行して、前記位置選択部は、対象となる受信信号から複数の選択的復調信号を形成し、前記目標抽出部は、複数の選択的復調信号から複数の目標信号を抽出する、ことを特徴とする。

【0012】

50

望ましい態様において、前記超音波診断装置は、複数の目標位置に対応した複数の参照信号列を記憶する参照信号列記憶部を有し、前記位置選択部は、複数の目標位置の各々に対応した参照信号列を順に用いて、前記受信信号に対して各目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、複数の目標位置の各々に対応した位置選択信号を順に形成する、ことを特徴とする。

【0013】

望ましい態様において、前記送受波部は、送信波を送波する複数の送信用振動素子と受信波を受波することにより受信信号を得る複数の受信用振動素子とを備え、前記位置選択部は、各受信用振動素子ごとに目標位置に応じて形成される前記参照信号列を用いて、各受信用振動素子から得られる受信信号に対して、目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、複数の受信用振動素子に対応した複数の選択的復調信号を形成し、前記目標抽出部は、複数の選択的復調信号の各々に対して前記参照波信号を用いて検波処理を施すことにより、複数の選択的復調信号から複数の受信用振動素子に対応した複数の目標信号を抽出し、前記生体内情報抽出部は、前記複数の目標信号を合成することにより得られる目標位置を焦点とした合成目標信号から生体内情報を抽出することを特徴とする。

【0014】

望ましい態様において、前記超音波診断装置は、各受信用振動素子ごとに目標位置との間の位置関係に応じた遅延量だけ前記信号列を遅延処理することにより、複数の受信用振動素子に対応した複数の参照信号列を形成する参照信号列形成部をさらに有する、ことを特徴とする。

【0015】

望ましい態様において、前記超音波診断装置は、各受信用振動素子ごとに目標位置との間の位置関係に応じた位相量だけ前記搬送波信号の位相を調整することにより、複数の受信用振動素子に対応した複数の参照波信号を形成する参照波信号形成部をさらに有する、ことを特徴とする。

【0016】

望ましい態様において、前記目標抽出部は、前記参照波信号形成部により位相を調整されて形成された複数の参照波信号を用いて、複数の受信用振動素子に対応した複数の目標信号を抽出し、前記生体内情報抽出部は、前記複数の目標信号を加算することにより得られる合成目標信号から生体内情報を抽出する、ことを特徴とする。

【0017】

望ましい態様において、前記送信信号出力部は、周期的な信号列に基づいた位相シフトキーイングにより搬送波信号の位相を変化させて形成された連続波の送信信号を出力することを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明により、連続波を利用して目標位置からの生体内情報を抽出する超音波診断装置において改良された装置構成が提供される。例えば、本発明の好適な態様においては、目標位置に応じて信号列から形成される参照信号列を用いて目標位置を対象とした選択的な復調処理が実行され、さらに、搬送波信号から形成される参照波信号を用いて復調信号に対して検波処理が実行される。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態を示す図である。

【図2】PSKにより形成される連続波の送信信号を説明するための図である。

【図3】選択的なPSKの復調処理を説明するための図である。

【図4】乗算器出力の電圧と参照信号列の位相との関係を説明するための図である。

【図5】本実施形態における各信号の周波数スペクトラムを示す図である。

【図6】本発明に係る超音波診断装置の別の好適な実施形態を示す図である。

【図7】受信RF信号の記憶処理とその後段の処理を説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明に係る超音波診断装置のさらに別の好適な実施形態を示す図である。

【図 9】超音波ビームと目標位置を説明するための図である。

【図 10】各受信用振動素子ごとの処理を説明するための図である。

【図 11】本実施形態における受信信号と参照列信号と復調信号を説明するための図である。

【図 12】本実施形態における複数のミキサから加算部までの処理を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の好適な実施形態を説明する。

10

【0021】

図 1 には、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態が示されており、図 1 はその全体構成を示す機能ブロック図である。送信用振動子 10 は生体内へ送信波を連続的に送波し、また、受信用振動子 12 は生体内からの反射波を連続的に受波する。このように、送信および受信がそれぞれ異なる振動子で行われて、いわゆる連続波ドプラ法による送受信が実行される。本実施形態において利用される連続波は、デジタル変調された連続波であり、デジタル変調処理部 20 によって形成される。

【0022】

デジタル変調処理部 20 は、パターン発生部 24 から供給される周期的な信号列に基づいて、RF 波発振器 22 から供給される RF 波（搬送波信号）に対してデジタル変調処理を施して連続波を発生する。デジタル変調処理部 20 における変調処理としては、位相シフトキーイング（PSK）や周波数シフトキーイング（FSK）などが好適である。デジタル変調処理部 20 において形成される連続波の波形等については後の原理説明で詳述する。デジタル変調処理部 20 はデジタル変調された連続波を電力増幅器 14 に出力する。

20

【0023】

電力増幅器 14 は、デジタル変調された連続波を電力増幅して送信用振動子 10 に供給する。そして、デジタル変調された連続波に対応する送信波が送信用振動子 10 から送波され、生体内からの反射波が連続的に受信用振動子 12 によって受波される。

【0024】

前置増幅器 16 は、受信用振動子 12 から供給される受波信号に対して低雑音増幅等の受信処理を施し、受信 RF 信号を形成して復調処理部 50 へ出力する。復調処理部 50 は受信 RF 信号に対して、生体内の目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより復調信号（選択的復調信号）を形成する。復調処理部 50 は、参照信号列を用いて復調処理を実行する。

30

【0025】

復調処理部 50 において利用される参照信号列は、デジタル変調処理部 20 で利用される周期的な信号列に基づいて形成される。つまり、パターン発生部 24 からデジタル変調処理部 20 へ出力される信号列と同じ信号列が遅延回路 32 へ出力され、遅延回路 32 においてその信号列が遅延処理され、そして、遅延処理された信号列が参照信号列として復調処理部 50 に供給される。

40

【0026】

遅延回路 32 は、目標位置の深さに応じた遅延量だけ信号列に遅延処理を施して参照信号列（遅延処理された信号列）を出力する。遅延回路 32 は、例えば n 段のシフトレジスタによって形成することができる。この場合、シフトレジスタの n 段のタップから目標位置の深さに応じた遅延量のタップが選択され、選択されたタップから目標位置の深さに応じた参照信号列（遅延処理された信号列）が出力される。

【0027】

こうして、復調処理部 50 は、生体内の目標位置に応じて信号列から形成される参照信号列を用いて、受信 RF 信号に対して目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、復調信号（選択的復調信号）を形成する。なお、復調処理部 50 における復調処

50

理については後の原理説明でさらに詳述する。

【0028】

復調処理部50において形成された復調信号は受信ミキサ60へ出力される。受信ミキサ60は、復調信号に対して直交検波を施して複素ベースバンド信号を生成する回路であり、2つのミキサ62, 63で構成される。各ミキサは復調信号を所定の参照波信号と混合する回路である。

【0029】

受信ミキサ60の各ミキサに供給される参照波信号は、デジタル変調処理部20で利用されるRF波（搬送波信号）に基づいて形成される。つまり、RF波発振器22からデジタル変調処理部20へ出力されるRF波と同じRF波が受信ミキサ60側へ出力され、ミキサ62にはRF波発振器22から出力されたRF波が直接供給され、一方、ミキサ63にはRF波発振器22から出力されたRF波が $\pi/2$ シフト回路42を経由して供給される。

10

【0030】

$\pi/2$ シフト回路42はRF波発振器22から出力されたRF波の位相を $\pi/2$ だけずらす回路である。この結果、ミキサ62から同相信号成分（I信号成分）が出力され、ミキサ63から直交信号成分（Q信号成分）が出力される。そして、受信ミキサ60の後段に設けられたLPF（ローパスフィルタ）64, 65により、同相信号成分および直交信号成分の各々の高周波数成分がカットされ、検波後の必要な帯域のみの複素ベースバンド信号が抽出される。

20

【0031】

後の原理説明で詳述するが、2つのミキサ62, 63の各々から出力される受信ミキサ出力信号には、目標位置以外からの受信信号成分に比べて、目標位置からの受信信号成分が支配的に多く含まれている。そして、LPF64, 65において、その目標位置からの受信信号成分に含まれている直流信号成分が抽出される。

【0032】

FFT回路（高速フーリエ変換回路）68, 69は、複素ベースバンド信号（同相信号成分および直交信号成分）の各々に対してFFT演算を実行する。その結果、FFT回路68, 69において複素ベースバンド信号が周波数スペクトラムに変換される。なお、FFT回路68, 69から出力される周波数スペクトラムは、回路の設定条件などにより周波数分解能 δf の周波数スペクトラムデータとして出力される。

30

【0033】

ドプラ情報解析部70は、複素ベースバンド信号の周波数スペクトラムからドプラ情報を抽出する。復調処理部50における復調処理と受信ミキサ60における検波処理により目標位置からの受信信号成分が抽出されているため、ドプラ情報解析部70において目標位置からのドプラ情報が選択的に抽出される。ドプラ情報解析部70は、生体内の各深さ（各位置）ごとにドプラ情報を抽出して、例えば、超音波ビーム（音線）上の各深さごとに生体内組織の速度を算出してリアルタイムで出力する。なお、超音波ビームを走査させて二次元的あるいは三次元的に生体内組織の各位置の速度を算出してもよい。

【0034】

表示処理部80は、生体組織の深さ（位置）ごとの速度に基づいて、例えばドプラ波形や、深さ速度の情報を含むグラフなどを形成し、形成したドプラ波形やグラフなどを表示部90にリアルタイムで表示させる。なお、図1に示す超音波診断装置内の各部は、システム制御部100によって制御される。つまり、システム制御部100は、送信制御や受信制御や表示制御などを行う。

40

【0035】

以上、概説したように、本実施形態では、デジタル変調処理された連続波に対応した超音波を送受波して受信信号を得て、生体内の目標位置の深さに応じた参照信号列を用いて復調処理を施すことにより、生体内情報として目標位置のドプラ情報を選択的に抽出している。デジタル変調処理部20における変調方式としては、位相シフトキーイング（PS

50

K)などが好適である。そこで、位相シフトキーイングにより目標位置からのドプラ情報が選択的に抽出される原理について詳述する。なお、既に図1に示した構成(部分)については、以下の説明においても図1の符号を利用する。

【0036】

図2は、位相シフトキーイング(PSK)により形成される連続波の送信信号を説明するための図である。図2(A)には、RF波発振器22から出力されるRF信号(RF波)の波形が示されている。RF信号は、一定の周波数(例えば5MHz程度)の連続波である。図2(B)には、パターン発生部24から出力される周期的な信号列の一例が示されている。パターン発生部24は、例えば図2(B)に示すような、ランダムに値を変化させた2値符号(擬似ランダム信号)を発生する。

10

【0037】

図2(C)には、PSK変調器として機能するデジタル変調処理部20において形成される変調された連続波(送信信号)が示されている。デジタル変調処理部20は、図2(A)のRF信号に対して、図2(B)の2値符号に基づいて、位相シフトキーイング(PSK)の変調処理を施す。デジタル変調処理部20は、2値符号が「1」のビット期間においてRF信号の位相をそのままとし、2値符号が「-1」のビット期間においてRF信号の位相を反転する(180度ずらす)ことにより、図2(C)の送信信号を形成する。こうして、例えば図2(C)の送信信号に対応した連続波の超音波が送信用振動子10から出力され、受信用振動子12を介して生体内から受信信号が得られる。

【0038】

20

本実施形態では、パターン発生部24から出力された信号列に対して、目標位置に応じた遅延処理を施して参照信号列を形成し、復調処理部50においてその参照信号列を用いて、目標位置を対象とした選択的なPSKの復調処理が行われる。

【0039】

図3は、選択的なPSKの復調処理を説明するための図である。復調処理部50による選択的な復調処理においては、受信信号に含まれる目標位置に対応した信号列パターンと参照信号列の信号列パターンとを互いに一致させることにより、これら2つの信号列パターンの相関が高められている。相関性を鋭くする(高める)ためには、周期的な信号列である擬似ランダム信号の符号系列として、PN(Pseudo Noise)系列、M系列、Gorey系列など、パルス圧縮などで実用化されている符号系列を用いればよい。簡単な例として、 $n=3$ のPN符号を用いた場合の選択性について、図3を用いて説明する。

30

【0040】

$n=3$ の場合のPN符号の長さは7($=2^3-1$)ビットである。このシーケンスが際限なく繰り返すので、この擬似ランダムパターンは繰り返し周期の逆数の線スペクトラムを持っている。この信号を用いて周波数 f_0 の搬送波に $0-\pi$ の2相のPSK変調をかけると、その時間波形は、先に説明した図2(C)のようになる。

【0041】

目標位置から得られる受信信号は、送信信号が目標位置の深さに応じた遅延時間だけ遅れ、また組織によって減衰した信号である。その減衰を無視すると、目標位置からの受信信号として、例えば図3の受信信号の波形が得られる。なお、図3において受信信号の上段に示される2値符号は、目標位置から得られる受信信号に対応した2値符号、つまり目標位置に対応した信号列パターンである。

40

【0042】

復調処理部50において利用される参照信号列は、送信信号を形成する際に利用された信号列、つまりパターン発生部24から出力された信号列を遅延回路32において遅延処理した信号である。図3には、 $\phi_1 \sim \phi_9$ までの遅延量だけ信号列を遅延処理して形成される参照信号列(ϕ_1) $\sim$ (ϕ_9)が示されている。

【0043】

各参照信号列の下段には、その参照信号列を用いて復調処理部50が受信信号に対してPSKの復調処理を実行した際に得られる復調信号が示されている。復調処理部50は、

50

参照信号列の符号が「1 (High)」のビット期間において受信信号の位相をそのままとし、参照信号列の符号が「-1 (Low)」のビット期間において受信信号の位相を反転する（180度ずらす）ことにより、復調信号を形成する。

【0044】

図3から、目標位置に対応した信号列パターンと参照信号列の信号パターンが一致している場合に、つまり参照信号列（ ϕ_2 ）と参照信号列（ ϕ_9 ）を利用した場合に、PSK変調処理される前のRF波と同じ波形（正弦波）の復調信号が得られている。例えば、送信用振動子10から送波された超音波が目標位置に到達して受信振動子12まで戻ってくる往復の伝播時間だけ信号列を遅延処理することにより、参照信号列（ ϕ_2 ）と参照信号列（ ϕ_9 ）が得られる。一方、他の参照信号列を利用した場合には、ランダムに位相を変化（反転）させた復調信号が得られている。

10

【0045】

このように、参照信号列の信号パターンを目標位置の信号列パターンに一致させることにより、目標位置から得られる受信信号をRF波と同じ波形に復調することができる。また、目標位置から得られる受信信号と他の位置から得られる受信信号は、互いに時間的にずれている（位相がずれている）。そのため、復調処理部50において、目標位置に対応させた参照信号列により、目標位置から得られる受信信号のみが選択的にRF波と同じ波形に復調される。

【0046】

なお、図2や図3においては、PSKによる変調と復調の一例として、 $0-\pi$ の2相のPSKについて説明したが、本発明においては、4相、8相、16相などの多数相のPSKを利用するようにしてもよい。

20

【0047】

復調処理部50において形成された復調信号は、受信ミキサ60へ出力され、RF波に対応した参照波信号と混合（乗算処理）される。図3を利用して説明したように、目標位置に対応させた参照信号列を利用することにより、目標位置から得られる受信信号のみが選択的にRF波と同じ波形に復調されている。

【0048】

そのため、受信ミキサ60の乗算処理においては、RF波（参照波信号）と同じ波形である目標位置の復調信号についての乗算結果（ミキサ出力）の直流成分が最大になる。一方、目標位置以外からの復調信号は、位相をランダムに変化させたままであるため、受信ミキサ60における乗算結果（ミキサ出力）として、正と負の電圧がランダムに発生し、時間的な平均電圧は非常に小さくなる。

30

【0049】

図4は、乗算器出力（ミキサ出力）の電圧と参照信号列の位相との関係を説明するための図である。図4においては、参照信号列（PNパターン）の繰り返し周期ごとに乗算器出力のピーク値が出現し、ピーク値以外に対応する位相では、乗算器出力が極端に小さくなっている。なお、図4の例におけるPNパターンの長さは7ビットである。

【0050】

図5は、本実施形態において処理される各信号の周波数スペクトラムを示す図である。図5（A）は、受信信号の周波数スペクトラムを示している。受信信号は、生体内における減衰を無視すると、送信信号と同じ波形となる。本実施形態における送信信号はPSK変調された連続波である。したがって、受信信号の周波数スペクトラムも、PSK変調された連続波の周波数スペクトラムとなる。周波数 f_0 は、RF信号の周波数である。RF信号の周波数 f_0 を中心として広がっている側帯波の周波数間隔は、PSK変調において利用された周期的な信号列（図2（B）の2値符号）の繰り返し周波数 f_p である。また周波数 f_0 を中心として広がっている側帯波の電力が0（ゼロ）となる、いわゆるヌル（null）点が存在する。周波数 f_0 からヌル点までの周波数間隔は、周期的な信号列（図2（B）の2値符号）の1ビットの時間間隔 T の逆数となる。

40

【0051】

50

図 5 (B) は、周期的な信号列から形成される参照信号列の周波数スペクトラムを示している。復調処理部 50 における復調処理は、例えば、図 5 (A) の受信信号と図 5 (B) の参照信号列の周波数スペクトラムを畳み込み積分することによって実現することができる。その畳み込み積分の結果、復調処理部 50 の出力が極大となるときの周波数スペクトラムが、図 5 (C) に示す復調信号の周波数スペクトラムである。図 5 (C) に示すように、搬送波 (R F 信号) の周波数 f_0 の近傍において、固定組織からの信号であるクラッタ信号と移動組織からのドブラ信号が得られる。

【0052】

図 5 (D) は、受信ミキサ 60 において利用される参照波信号の周波数スペクトラムを示している。受信ミキサ 60 において利用される参照波信号は、P S K 変調されていない無変調の R F 信号と同じスペクトラムを示す。そして、受信ミキサ 60 における検波処理により、図 5 (C) の復調信号と図 5 (D) 参照波信号を乗算処理することにより、図 5 (E) に示すようなベースバンド信号に変換される。

【0053】

図 5 (E) に示すベースバンド信号には、直流信号成分と、R F 信号の周波数 f_0 の 2 倍の高調波成分が含まれている。ドブラ信号は、これらの成分に付着した形で出現する。なお、L P F 64, 65 において、周波数 f_0 の 2 倍の高調波成分がカットされて直流信号成分のみが抽出されるため、F F T 回路 68, 69 においては、図 5 (E) に示す直流信号成分と周波数 f_0 の 2 倍の高調波成分のうち、直流信号成分の周波数スペクトラムのみが形成される。

【0054】

そして、ドブラ情報解析部 70 において、図 5 (E) に示す直流信号成分の周波数スペクトラムからドブラ信号が抽出され、ドブラシフト量などに基づいて、目標位置に存在する血流の流速などが算出される。受信ミキサ 60 において直交検波を施しているため、流速の極性を判断することもできる。なお、直流信号成分の周波数スペクトラムからクラッタ信号を抽出して、目標位置に存在する血管壁の位置などを算出してもよい。

【0055】

図 6 には、本発明に係る超音波診断装置の別の好適な実施形態が示されており、図 6 はその全体構成を示す機能ブロック図である。図 1 の実施形態と比較して、図 6 の実施形態は、受信信号を記憶するメモリや参照信号を記憶するメモリが設けられている点で異なっている。図 6 のブロック図に含まれる他の構成は、図 1 の構成と同じであり、図 6 と図 1 との間において同じ符号の構成が互いに対応関係にある。そこで、図 1 と同じ構成についての説明を適宜省略して図 6 に係る実施形態について説明する。

【0056】

図 6 に係る実施形態では、前置増幅器 16 から出力された受信 R F 信号が、メモリ A (17 A) とメモリ B (17 B) に記憶される。そして、セレクト 18 が、メモリ A とメモリ B を適宜選択し、選択されたメモリから受信 R F 信号が読み出されて復調処理部 50 へ出力される。

【0057】

また、図 6 に係る実施形態では、複数の目標位置に対応した複数の参照信号列が参照信号メモリ 34 に記憶され、復調処理部 50 が各目標位置に応じた参照信号列を参照信号メモリ 34 から読み出して利用する。さらに、R F 波発振器 22 から出力された R F 波が同相信号用の参照波信号として参照信号メモリ I (44 I) に記憶され、R F 波発振器 22 から出力された R F 波が $\pi/2$ シフト回路 42 を経由して直交信号用の参照波信号として参照信号メモリ Q (44 Q) に記憶される。

【0058】

このように、図 6 に係る実施形態では、受信 R F 信号をメモリ A とメモリ B の 2 系統に分けて記憶し、記憶された 2 系統の受信 R F 信号を選択的に利用して処理している。そこで、受信 R F 信号の記憶処理とその後段の処理について説明する。なお、図 6 に示した構成 (部分) については、以下の説明において図 6 の符号を利用する。

10

20

30

40

50

【0059】

図7は、受信RF信号の記憶処理とその後段の処理を説明するための図であり、図6の前置増幅器16から後段における信号処理の処理タイミングを説明するための図である。図7に示す受信信号は、前置増幅器16から出力される受信RF信号に対応している。受信信号は、周期TごとにメモリA(17A)とメモリB(17B)へ交互に記憶される。周期Tは送信信号である連続波の変調の周期であり、パターン発生部24から供給される信号列の周期に対応している。例えば、図3における2値符号の周期 T_p が周期Tの具体例であり、周期Tが例えば超音波ビーム1本の期間となる。

【0060】

上記の記憶処理により、図7に示すように、周期 T_{p1} の期間の受信信号がメモリAに記憶され、周期 T_{p2} の期間の受信信号がメモリBに記憶される。周期 T_{p3} と周期 T_{p4} においてもメモリAとメモリBに対して交互に受信信号が記憶される。

【0061】

周期 T_{p1} の期間の受信信号がメモリAに記憶されると、セレクタ18は、メモリAから周期 T_{p1} の期間の受信信号を読み出して復調処理部50へ供給する。復調処理部50においては、図3などを利用して説明したとおり、目標位置を対象とした選択的な復調処理が行われる。図7に示す参照信号列は、復調処理部50における復調処理に利用される信号である。

【0062】

図7には、複数の深さ、つまり互いに異なる複数の目標位置に対応した $\phi_1 \sim \phi_7$ の参照信号列が図示されている。例えば、遅延回路32における遅延処理により、図7に示す $\phi_1 \sim \phi_7$ の参照信号列が形成され、形成された $\phi_1 \sim \phi_7$ の参照信号列が参照信号メモリ34に記憶される。なお、図7においては、説明のための一例として $\phi_1 \sim \phi_7$ の7個の参照信号列を用いているが、例えば超音波ビームに沿って数十から数百の目標位置が設定され、それに応じて数十から数百の参照信号列が利用されてもよい。

【0063】

復調処理部50は、参照信号メモリ34に記憶された $\phi_1 \sim \phi_7$ の参照信号列を利用して、セレクタ18から供給される周期 T_{p1} の期間の受信信号に対して復調処理を施す。そして、受信ミキサ60は、参照信号メモリI(44I)と参照信号メモリQ(44Q)に記憶された参照波信号を利用して、復調処理部50から得られた選択的な復調信号に対して検波処理を行い、さらにLPF64, 65を経由してFFT回路68, 69においてFFT演算が実行される。

【0064】

復調処理部50からFFT68, 69までの処理は、各参照信号列ごとに順に実行される。つまり、図7において、 ϕ_1 の参照信号列について復調処理部50からFFT回路68, 69までの処理が時間 σ で実行されると、次に、 ϕ_2 の参照信号列について復調処理部50からFFT回路68, 69までの処理が時間 σ で実行される。同様に、 $\phi_3 \sim \phi_7$ の参照信号列が次々に利用される。

【0065】

周期 T_{p1} の期間の受信信号に対する $\phi_1 \sim \phi_7$ の全ての参照信号列を利用した処理は、周期 T_{p2} の期間内に完了させる。つまり、周期 T_{p2} の受信信号がメモリBに記憶される記憶処理の期間内に、周期 T_{p1} の受信信号に対する信号処理を完了させる。

【0066】

周期 T_{p2} の期間の受信信号がメモリBに記憶されると、セレクタ18は、メモリBから周期 T_{p2} の期間の受信信号を読み出して復調処理部50へ供給する。そして、復調処理部50において $\phi_1 \sim \phi_7$ の参照信号列が次々に利用され、受信ミキサ60からFFT回路68, 69において、周期 T_{p2} の期間の受信信号に対する処理が実行される。そして、周期 T_{p3} の受信信号がメモリAに記憶される記憶処理の期間内に、周期 T_{p2} の受信信号に対する信号処理を完了させる。同様に、周期 T_{p4} の受信信号がメモリBに記憶される記憶処理の期間内に、周期 T_{p3} の受信信号に対する信号処理を完了させる。

【0067】

このように、本実施形態においては、受信RF信号を2系統に分けて記憶し、記憶された2系統の受信RF信号を選択的に利用して復調処理等を行っている。その復調処理においては、複数の深さ（目標位置）に対応した参照信号列が順に利用され、複数の目標位置の各々に対応した選択的な復調信号が次々に抽出される。そのため、目標位置の個数に応じた複数の復調処理部50を設ける必要がなく、また、複数の受信ミキサ60を設ける必要もない。例えば、復調処理部50と受信ミキサ60がそれぞれ1つのみの構成であっても、複数の目標位置に対応した複数の信号をリアルタイムで得ることなどが可能になる。

【0068】

図8には、本発明に係る超音波診断装置のさらに別の好適な実施形態が示されており、図8はその全体構成を示す機能ブロック図である。図1の実施形態と比較して、図8の実施形態は、超音波ビームの形成に係る構成において異なっている。図8のブロック図に含まれる他の構成は、図1の構成と同じであり、図8と図1との間において同じ符号の構成が互いに対応関係にある。そこで、図1と同じ構成についての説明を適宜省略して図8に係る実施形態について説明する。

【0069】

図8に係る実施形態において、送信用振動子10は複数の振動素子を備えており、これら複数の振動素子が制御されて超音波の送信ビームが形成される。また、受信用振動子12も複数の振動素子を備えており、これら複数の振動素子により得られた信号が処理されて受信ビームに沿って信号が得られる。

【0070】

送信ビームフォーマ（送信BF）15は、送信用振動子10が備える複数の振動素子に対して送信信号を出力する。送信ビームフォーマ15は、デジタル変調処理部20により形成されるデジタル変調された連続波に対して、各振動素子に応じた遅延処理を施して各振動素子に対応した送信信号を形成する。なお、送信ビームフォーマ15において形成された各振動素子に対応した送信信号に対して、必要に応じて電力増幅処理が施されてもよい。こうして、デジタル変調された連続波による送信ビームが形成される。

【0071】

前置増幅器16は、受信用振動子12が備える複数の振動素子から得られる複数の受波信号の各々に対して低雑音増幅等の処理を施す。そして、前置増幅器16において処理された信号、つまり、受信用振動子12が備える複数の振動素子（受信用振動素子）から得られる複数の受波信号（受信RF信号）が復調処理部50において復調処理される。

【0072】

図8に係る実施形態では、受信用振動子12が備える複数の受信用振動素子の各々について、目標位置からの受信信号が選択的に抽出され、さらに、複数の受信用振動素子から得られた信号が目標位置を焦点として合成される。そこで、図8における受信用振動子12から後段の処理について説明する。なお、図8に示した構成（部分）については、以下の説明において図8の符号を利用する。

【0073】

図9は、超音波ビームと目標位置を説明するための図である。本実施形態においては、送信用振動子10と受信用振動子12が制御されて超音波ビーム（送信ビームと受信ビーム）が形成される。そして、超音波ビームに沿って目標位置を移動させつつ各移動位置においてドプラ信号などが選択的に抽出される。超音波ビームに沿って目標位置を移動させるにあたって、送信ビームと受信ビームの焦点を目標位置に追従（ダイナミックフォーカス）させてもよい。さらに、図9に示すように扇形の走査面を形成するように超音波ビームが走査され、例えば走査面の全域に亘って目標位置が移動されてドプラ情報などが抽出されてもよい。

【0074】

なお、図9においては、超音波ビーム番号nの深さdの位置にある目標位置Opが示されている。また、図9には、各振動素子から目標位置Opまでの距離Lが示されており、

距離 L は各振動素子ごとに異なる値となる。

【0075】

送信用振動子 10 が備える複数の振動素子（複数の送信用振動素子）は、例えば図 9 に示すように 1 次元的に配列される。同様に、受信用振動子 12 が備える複数の振動素子（受信用振動素子）も、例えば図 9 に示すように 1 次元的に配列される。送信用振動子 10 と受信用振動子 12 は、例えば音響的な相互干渉などを考慮しつつ互いに近接して設けられる。

【0076】

先に説明したように、送信用振動子 10 は複数の振動素子（複数の送信用振動素子）を備えており、送信ビームフォーマ 15 が、デジタル変調された連続波に対して、各振動素子に応じた遅延処理を施して各振動素子に対応した送信信号を形成して、デジタル変調された連続波による送信ビームが形成される。

【0077】

そして、送信ビームに対応した超音波が連続的に生体に送波されると、受信用振動子 12 において生体からの受波信号が得られる。本実施形態においては、受信用振動子 12 が備える複数の振動素子（受信用振動素子）の各々において目標位置からの受信信号が選択的に抽出される。

【0078】

図 10 は、各受信用振動素子ごとの処理を説明するための図であり、図 10 には、図 8 の受信用振動子 12 から加算部 66、67 までの詳細な機能ブロック図が示されている。

【0079】

受信用振動子 12 は、複数の振動素子（複数の受信用振動素子）で構成されている。受信用振動子 12 が備える複数の振動素子の個数であるチャンネル数は、例えば 48 チャンネルである。なお、図 10 には図示されていないが、送信用振動子 10 が備える複数の振動素子（複数の送信用振動素子）の個数であるチャンネル数も、受信用振動子 12 と同じ程度（例えば 48 チャンネル）である。

【0080】

受信用振動子 12 が備える複数の振動素子の各々には前置増幅器 16 が接続されており各振動素子により得られた受信 RF 信号（受波信号）が、前置増幅器 16 において低雑音増幅等の処理を施され、復調処理部 50 に送られる。

【0081】

復調処理部 50 は、複数の受信用振動素子に対応した複数の受信 RF 信号に対して、各受信 RF 信号ごとに、生体内の目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより復調信号（選択的復調信号）を形成する。図 10 においては、複数の振動素子（複数の受信用振動素子）の各々に対応した復調処理部 50 が一つのブロックで示されている。

【0082】

各復調処理部 50 は、各受信用振動素子に対応した参照信号列を用いて復調処理を実行して、各受信用振動素子に対応した復調信号を形成する。複数の復調処理部 50 において利用される複数の参照信号列は、遅延処理部 30 により形成される。つまり、パターン発生部 24 からデジタル変調処理部 20 へ出力される信号列と同じ信号列が遅延処理部 30 へ出力され、遅延処理部 30 において、その信号列が遅延処理されて複数の参照信号列が形成される。

【0083】

各復調処理部 50 は、各振動素子から前置増幅器 16 を介して得られる受信信号（受信 RF 信号）に対して、その振動素子に対応した参照信号列を用いて、目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより復調信号（選択的復調信号）を形成する。

【0084】

図 11 は、本実施形態における受信信号と参照列信号と復調信号を説明するための図である。図 11 (A) ~ (C) の各々には、複数の受信用振動素子の番号を縦軸に示し、横軸を時間軸とした各信号の波形が示されている。

【0085】

図11(A)は、複数の受信用振動素子から得られる複数の受信信号（受信RF信号）の波形を示している。図11(A)においては、遅延関係を分かりやすく説明するために各受信用振動素子により目標位置から得られる受信信号が示されている。図9に示したように、各振動素子（受信用振動素子）から目標位置Opまでの距離Lが素子ごとに異なるため、図11(A)に示すように、複数の受信用振動素子に対応した複数の受信信号（目標位置からの受信信号）は時間軸方向に沿って互いにずれて受信される。

【0086】

本実施形態においては、連続波により送受信が行われるため、各受信用振動素子において得られる受信信号は、目標位置からの受信信号のみではなく、様々な深さからの信号が混在したものとなる。但し、図1における遅延回路32の機能と同様に、図8の遅延処理部30において、目標位置からの受信信号の信号列パターンと参照信号列の信号列パターンを一致させることにより、目標位置からの受信信号が選択的に抽出される。

【0087】

図11(B)は、目標位置に対応するように遅延処理された複数の参照信号列の波形を示している。つまり、図11(A)の遅延関係に対応するように、遅延処理部30において各受信用振動素子ごとに信号列に対して遅延処理が実行され、図11(B)に示すように、複数の受信用振動素子に対応した複数の参照信号列が形成される。

【0088】

遅延処理部30における各受信用振動素子ごとの遅延量（送受信間の時間差）は、図9に示す各受信用振動素子と目標位置Opとの距離Lに基づいて決定される。例えば、各送信用振動素子とそれに対応する各受信用振動素子が互いに同じ位置とみなせる程度に近接する場合には、各送信用振動素子から発生した超音波が距離Lだけ進んで目標位置Opに到達して反射され、さらに距離Lだけ進んでその送信用振動素子に対応した受信用振動素子に戻ってくる。この場合においては、距離Lの2倍と超音波の音速cから送受信間の時間差 $2L/c$ を算出することができる。

【0089】

なお、図9を利用して説明したように、各振動素子から目標位置Opまでの距離Lは各振動素子ごとに異なる値となる。また、目標位置Opに対応した超音波ビーム番号nと深さdから、幾何学的な配置関係に基づいて、各振動素子から目標位置Opまでの距離Lを算出することができる。

【0090】

図11(C)は、複数の受信用振動素子に対応した複数の復調信号（選択的復調信号）の波形を示している。図10の各復調処理部50において、図3を利用して説明した選択的な復調処理が実行されると、図11(C)に示す複数の復調信号が得られる。つまり、図10の各復調処理部50において、各受信用振動素子から得られる受信RF信号に対して、その受信用振動素子に対応した参照信号列を用いて、目標位置を対象とした選択的な復調処理を施すことにより、その受信用振動素子に対応した復調信号が得られる。こうして、各復調処理部50において、目標位置から得られる受信信号のみが選択的にRF波と同じ波形に復調される。

【0091】

図10に戻り、各復調処理部50において得られた復調信号は、同相信号成分用のミキサ62と直交信号成分用のミキサ63へ出力される。ミキサ62、63は復調信号を所定の参照波信号と混合する回路である。ミキサ62、63に供給される参照波信号は、位相調整部I(40I)と位相調整部Q(40Q)により形成される。つまり、RF波発振器22から出力されるRF波が位相調整部Iへ直接供給され、位相調整部Iが複数のミキサ62で利用される複数の参照波信号を形成し、一方、RF波発振器22から出力されたRF波が $\pi/2$ シフト回路42を経由して位相調整部Qへ供給され、位相調整部Qが複数のミキサ63で利用される複数の参照波信号を形成する。

【0092】

さらに、各ミキサ62の後段にはLPF（ローパスフィルタ）64が設けられており、各ミキサ62から出力される信号に含まれる不要な高周波数成分がLPF64によりカットされ、必要な帯域のみの信号が抽出される。そして、複数のLPF64から出力される信号が加算部66において加算されてFFT回路68へ出力される。同様に、各ミキサ63の後段にはLPF（ローパスフィルタ）65が設けられており、各ミキサ63から出力される信号に含まれる不要な高周波数成分がLPF65によりカットされ、必要な帯域のみの信号が抽出される。そして、複数のLPF65から出力される信号が加算部67において加算されてFFT回路69へ出力される。

【0093】

図12は、本実施形態における複数のミキサから加算部までの処理を説明するための図である。図12の復調信号1～6は、複数の振動素子（複数の受信用振動素子）から得られる復調信号（選択的復調信号）を示しており、上述したように、図10の複数の復調処理部50から得られる複数の復調信号（図11（C））である。

【0094】

図12の各復調信号の下段に示される参照波信号1～6は、各復調信号に対応したミキサで利用される参照波信号であり、図10の位相調整部Iと位相調整部Qから出力される。位相調整部Iと位相調整部Qは、各受信用振動素子ごとに目標位置との間の位置関係に応じた位相量だけRF波（搬送波信号）の位相を調整することにより、複数の受信用振動素子に対応した複数の参照波信号を形成する。

【0095】

例えば、位相調整部Iにより、同相信号成分用の複数の参照波信号として、図12の参照波信号1～6が形成される。位相調整部Iは、各受信用振動素子ごとに、目標位置に応じた位相量だけRF波の位相を調整する。これにより、図12に示すように、各受信用振動素子ごとに、その受信用振動素子に対応した目標位置から得られる復調信号と、その受信用振動素子に対応した参照波信号の位相が揃えられる。つまり、図12に示すように、例えば、参照波信号1の位相が復調信号1の位相に揃えられ、参照波信号2の位相が復調信号2の位相に揃えられる。

【0096】

なお、直交信号成分用の複数の参照波信号は、位相調整部Qにより形成される。直交信号成分用の複数の参照波信号は、同相信号成分用の複数の参照波信号の各々の位相を $\pi/2$ だけずらした信号である。

【0097】

図12に示すミキサ出力1～6は、各復調信号に対応したミキサから出力されてLPFにより抽出された信号を示している。つまり、図10の各ミキサ62において、各受信用振動素子から得られる復調信号と、その受信用振動素子に対応した参照波信号とが乗算され、さらに、各LPF64において不要な高周波数成分がカットされて、図12に示すミキサ出力1～6が得られる。例えば、図12における復調信号1と参照波信号1が乗算され、不要な高周波数成分がカットされてミキサ出力1が得られ、復調信号2と参照波信号2が乗算され、不要な高周波数成分がカットされてミキサ出力2が得られる。

【0098】

こうして、図10に示す複数のLPF64から、図12に示すようなミキサ出力1～6が出力される。さらに、図10に示す複数のLPF64から出力されたミキサ出力が加算部66において加算され、図12に示す加算部出力が得られる。また、位相が $\pi/2$ だけずれるものの、図10に示す複数のLPF65からも図12のミキサ出力1～6と同様な波形の信号が出力され、それらの信号が図10に示す加算部67において加算されて、図12に示す加算部出力と同様な波形の信号が出力される。

【0099】

このように、図10に係る実施形態では、各受信用振動素子ごとに目標位置を対象とした選択的な復調処理により復調信号（図12の復調信号1～6）が形成され、さらに、各受信用振動素子ごとに目標位置に応じて位相が調整された参照波信号（図12の参照波信

10

20

30

40

50

号 1 ～ 6) を用いて復調信号が検波処理されてミキサ出力が得られる。そのため、複数のミキサ出力 (図 1 2 のミキサ出力 1 ～ 6) を加算することにより、目標位置を焦点とした合成目標信号 (図 1 2 の加算部出力) を得ることができる。

【 0 1 0 0 】

なお、複数の受信用振動素子に対応した複数の復調信号 (図 1 2 の復調信号 1 ～ 6) を形成し、各受信用振動素子ごとに目標位置に応じて復調信号を遅延処理してから、同一の参照波信号を用いて、遅延処理された複数の復調信号の各々を検波処理して、複数のミキサ出力 (図 1 2 のミキサ出力 1 ～ 6) を得るようにしてもよい。

【 0 1 0 1 】

図 1 0 の加算部 6 6 , 6 7 以降の構成は、図 8 に示すとおりであり、FFT 回路 6 8 が加算部 6 6 から出力される加算部出力に対して FFT 演算を実行し、FFT 回路 6 9 が加算部 6 7 から出力される加算部出力に対して FFT 演算を実行する。これにより、目標位置を焦点として合成された複素ベースバンド信号の周波数スペクトラムが得られ、ドブラ情報解析部 7 0 は、その周波数スペクトラムからドブラ情報を抽出する。つまり、ドブラ情報解析部 7 0 において目標位置からのドブラ情報が選択的に抽出される。

10

【 0 1 0 2 】

図 8 に係る実施形態においても、生体内の各深さ (各位置) ごとにドブラ情報を抽出して、例えば、超音波ビーム (音線) 上の各深さごとに生体内組織の速度を算出してリアルタイムで出力する。なお、超音波ビームを走査させて二次元的あるいは三次元的に生体内組織の各位置の速度を算出してもよい。また、表示処理部 8 0 は、生体組織の深さ (位置) ごとく速度に基づいて、例えばドブラ波形や、深さ速度の情報を含むグラフなどを形成し、形成したドブラ波形やグラフなどを表示部 9 0 にリアルタイムで表示させる。

20

【 0 1 0 3 】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した本発明の好適な実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

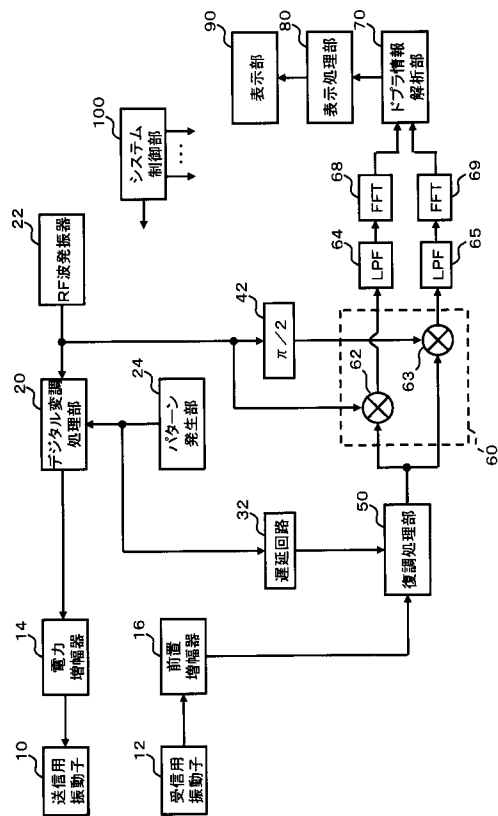
【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

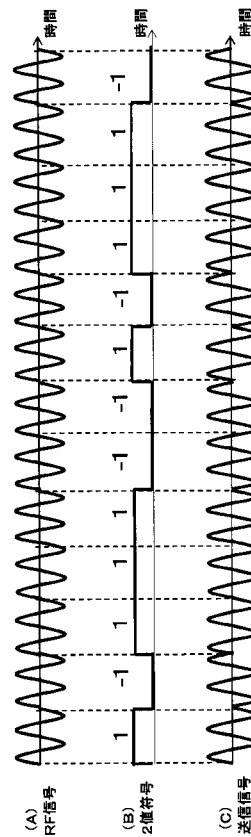
2 0 デジタル変調処理部、2 2 RF 波発振器、2 4 パターン発生部、3 0 遅延処理部、3 2 遅延回路、3 4 参照信号メモリ、4 0 I 位相調整部 I、4 0 Q 位相調整部 Q、4 4 I 参照信号メモリ I、4 4 Q 参照信号メモリ Q、5 0 復調処理部、6 0 受信ミキサ、6 8 , 6 9 FFT 回路、7 0 ドブラ情報解析部。

30

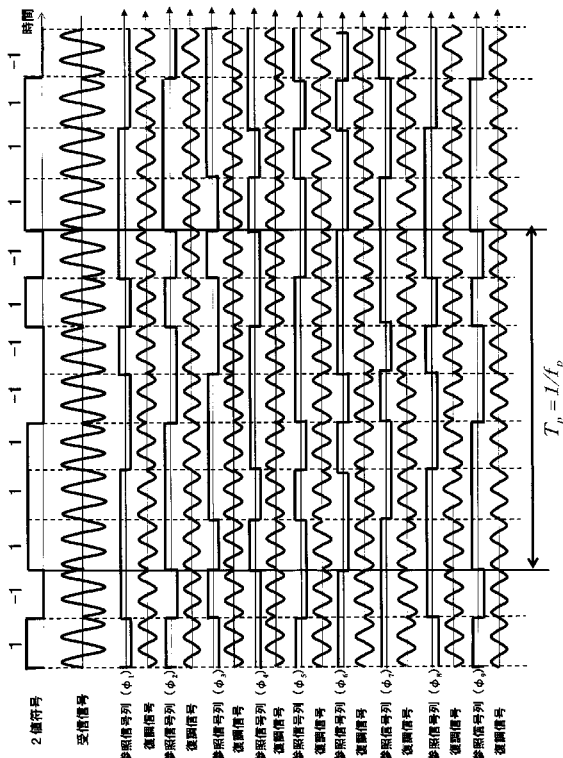
【図 1】



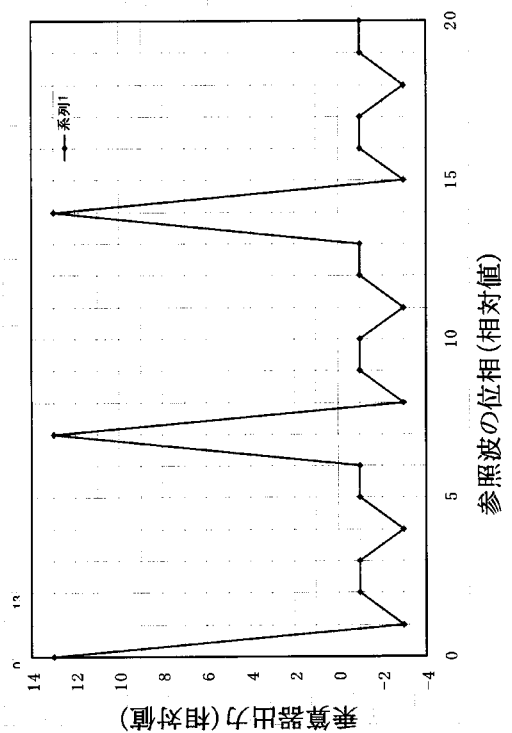
【図 2】



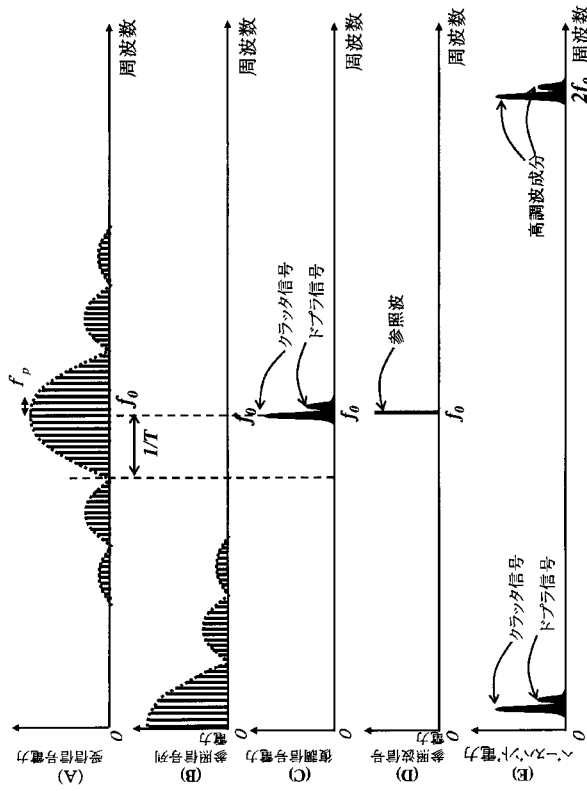
【図 3】



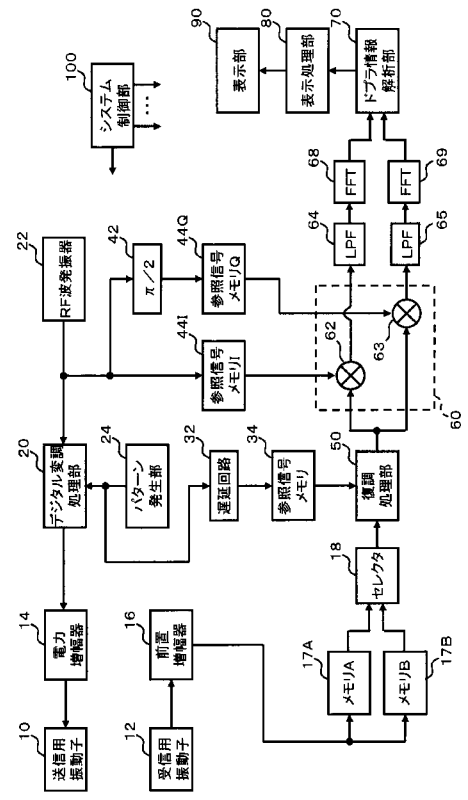
【図 4】



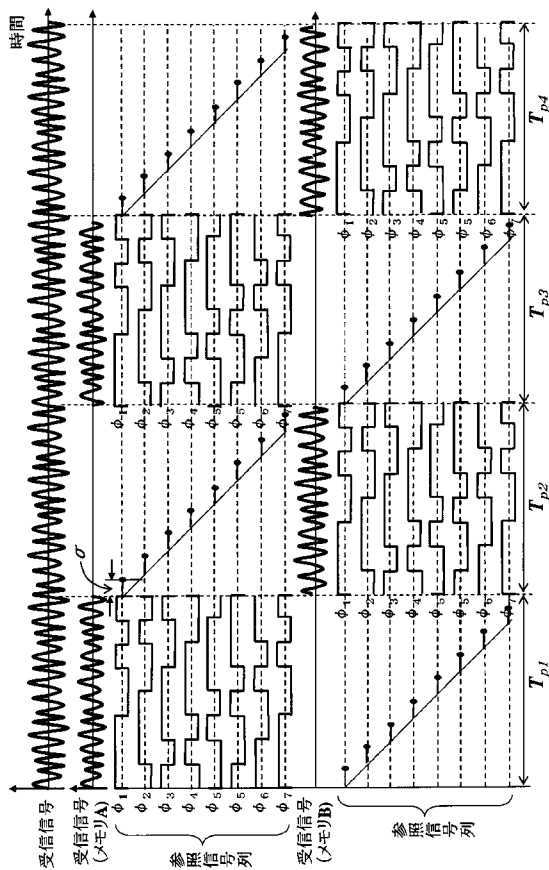
【図 5】



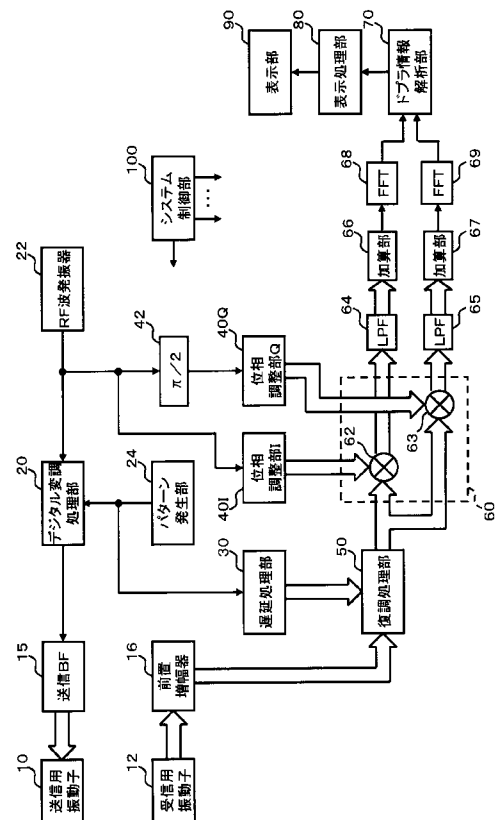
【図 6】



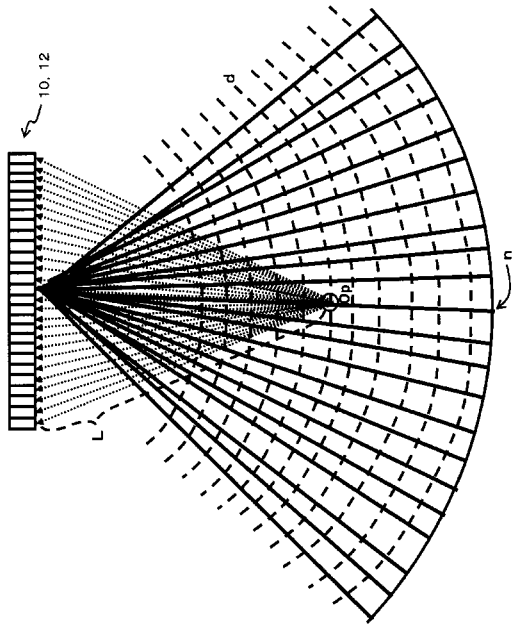
【図 7】



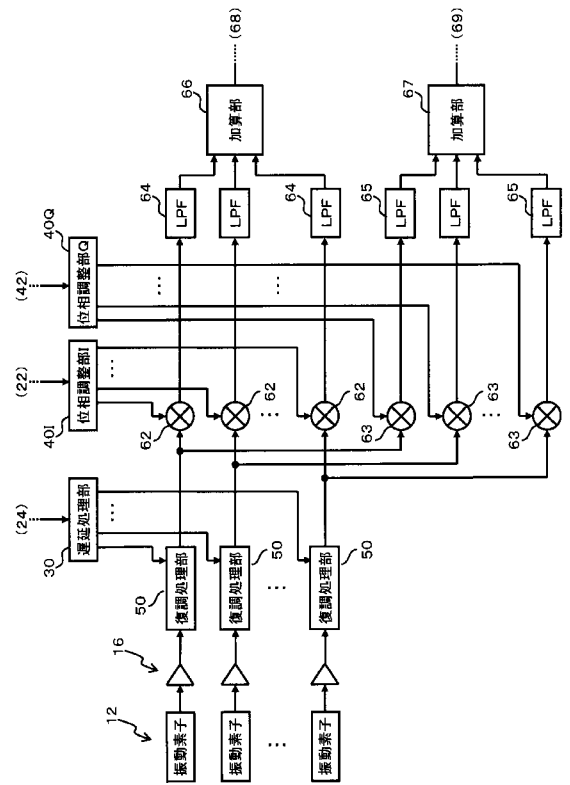
【図 8】



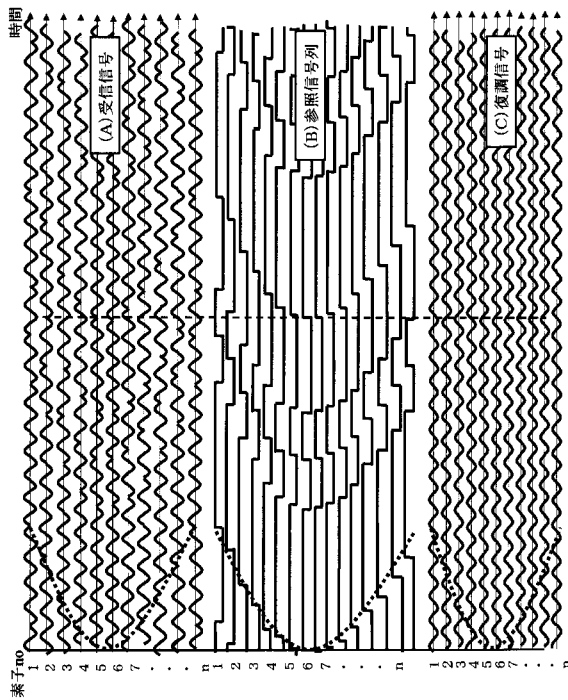
【図 9】



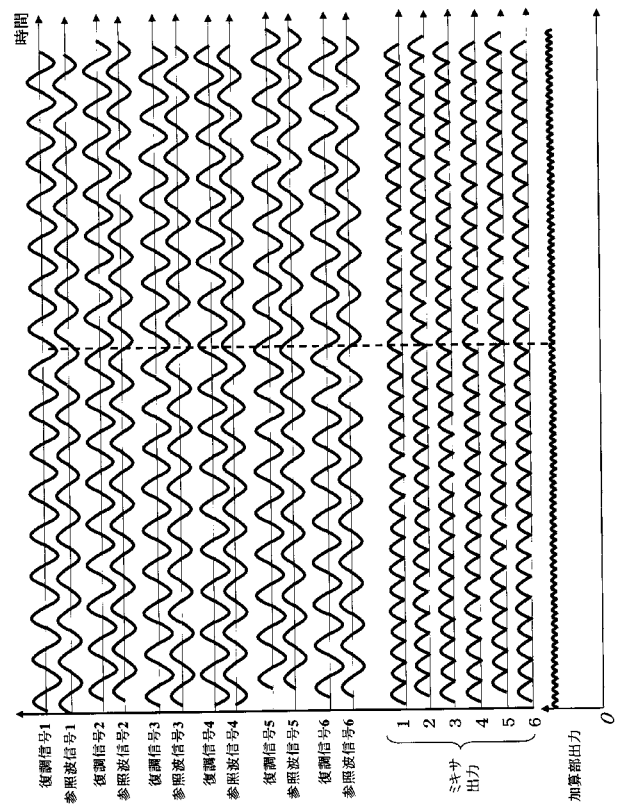
【図 10】



【図 11】



【図 12】



专利名称(译)	超声检查		
公开(公告)号	JP2010269004A	公开(公告)日	2010-12-02
申请号	JP2009124156	申请日	2009-05-22
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	国田正徳		
发明人	国田 正徳		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06		
F-TERM分类号	4C601/DE02 4C601/EE09 4C601/HH03 4C601/JB26		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在超声诊断设备中提供改进的设备配置，用于通过使用连续波从目标位置提取体内信息。数字调制处理单元（20）使用从模式生成单元（24）获得的信号序列来调制RF信号，以形成连续波传输信号。解调处理单元50通过使用根据活体中的目标位置的信号序列形成的参考信号序列，相对于目标位置选择性地解调接收信号，你明白了接收混合器60通过使用由RF信号形成的参考波信号对解调信号执行检测处理，提取从目标位置获得的基带信号。此外，多普勒信息分析单元70从基带信号中提取与目标位置相对应的多普勒信息。点域1

