

(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2009-219784
(P2009-219784A)

(43) 公開日 平成21年10月1日(2009.10.1)

(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 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-69811 (P2008-69811)
(22) 出願日 平成20年3月18日(2008.3.18)

(71) 出願人 390029791
アロカ株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目22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22番1号 アロカ株式会社内
Fターム(参考) 4C601 DD03 DE02 EE01 HH09 JB49

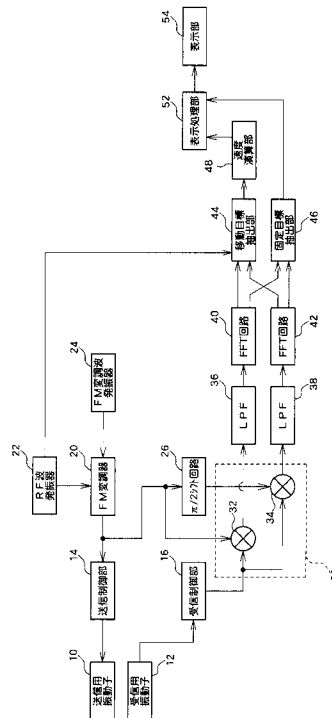
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】周波数差信号の周波数スペクトラムから目標組織の情報を抽出する。

【解決手段】対称三角波によるFM変調処理が施されたFM連続波に対応する超音波が送受波され、受信ミキサ30は、受信RF信号に対して直交検波を施して複素信号を生成し、LPF36, 38によって、送受信信号間における周波数差信号が抽出される。FFT回路40, 42において周波数差信号が周波数スペクトラムに変換され、移動目標抽出部44は、周波数スペクトラムから移動目標に対応した複数のスペクトラム成分を抽出する。さらに、移動目標抽出部44は、FM連続波の周波数を全体的に増加または減少させることに伴う各スペクトラム成分の周波数軸上における挙動に基づいて、同一の移動目標から得られる両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアを抽出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

周波数を周期的に変化させた連続波の送信信号を出力する送信信号処理部と、
前記送信信号に基づいて超音波を生体に送波して生体からの反射波を受波することにより受信信号を得る送受波部と、

前記送信信号に実質的に等しい波形の参照信号を用いて前記受信信号に対して復調処理を施すことにより、送信信号と受信信号の周波数差を示す周波数差信号を得る受信信号処理部と、

前記周波数差信号に対して信号処理を施すことにより周波数差信号の周波数スペクトラムを得るスペクトラム演算部と、

10

前記周波数スペクトラムから移動目標に対応した複数のスペクトラム成分を抽出し、前記送信信号の周波数を全体的に増加または減少させることに伴う各スペクトラム成分の周波数軸上における挙動に基づいて、同一の移動目標から得られる両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアを抽出するスペクトラム成分抽出部と、

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、

前記スペクトラム成分抽出部は、前記送信信号の周波数を全体的に増加または減少させることに伴い、周波数軸上において互いに逆方向に移動する二つのスペクトラム成分を前記スペクトラム成分のペアとして抽出する、

20

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

同一の移動目標から得られる両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアとして抽出された二つのスペクトラム成分を利用して、当該二つのスペクトラム成分の間の周波数軸上における周波数差から当該移動目標の速度を算出する、

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、

30

前記スペクトラム成分抽出部は、前記周波数スペクトラムに含まれる複数のスペクトラム成分のうち、時間の経過に伴って位相が変化するスペクトラム成分を移動目標に対応したスペクトラム成分として抽出する、

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、

前記スペクトラム成分抽出部は、前記周波数スペクトラムに含まれる複数のスペクトラム成分のうち、時間の経過に伴って位相が変化しないスペクトラム成分を固定目標に対応したスペクトラム成分として抽出する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

40

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波診断装置において、

前記スペクトラム成分抽出部により抽出される周波数軸に沿って並んだ移動目標と固定目標の複数のスペクトラム成分に基づいて、当該周波数軸を超音波の深さ方向に対応付けて、さらに、移動目標と固定目標を互いに異なる表示態様として、超音波の深さ方向に沿って並んだ移動目標と固定目標を表示する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記受信信号処理部は、前記復調処理として、前記受信信号に対して直交検波処理を施

50

す、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記送信信号処理部は、対称三角波に沿って周波数を周期的に変化させ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、連続波ドブラが知られている。連続波ドブラでは、例えば、数 MHz の正弦波として構成され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）によるドブラシフト情報が含まれる。そこで、その情報を取り出して周波数解析し、運動体の速度情報を反映したドブラ波形などが形成される。

【0003】

連続波を利用した連続波ドブラは、パルス波を利用したパルスドブラに比べて、一般に高速の速度計測の面で優れている。ところが、連続波ドブラでは、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、従来一般的な連続波ドブラの装置では、位置計測を行うことができなかった。

【0004】

こうした状況のもと、本願発明者は、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連続波ドブラの技術を提案している（特許文献 1 参照）。

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 14916 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載の技術は、連続波ドブラを基本とする技術でありながら、送受信信号間の周波数差を利用して位置を計測することができるという、画期的な技術であった。

【0007】

そして、本願の発明者は、上記特許文献 1 に記載された画期的な技術の改良技術についてさらに研究を重ねてきた。特に、送受信信号間の周波数差を示す周波数差信号の周波数スペクトラムに注目した。

【0008】

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、周波数差信号の周波数スペクトラムから目標組織の情報を抽出する技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

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、周波数を周期的に変化させた連続波の送信信号を出力する送信信号処理部と、前記送信信号に基づいて超音波を生体に送波して生体からの反射波を受波することにより受信信号を得る送受波部と、前記送信信号に実質的に等しい波形の参照信号を用いて前記受信信号に対して復調処理を施すことにより、送信信号と受信信号の周波数差を示す周波数差信号を得る受信信号処理部と、前記周波数差信号に対して信号処理を施すことにより周波数差信号の周波数スペクトラムを得るスペクトラム演算部と、前記周波数スペクトラムから移動目標に対応した複数のスペクトラム成分を抽出し、前記送信信号の周波数を全体的に増加または減少

10

20

30

40

50

させることに伴う各スペクトラム成分の周波数軸上における挙動に基づいて、同一の移動目標から得られる両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアを抽出するスペクトラム成分抽出部と、を有することを特徴とする。

【0010】

望ましい態様において、前記スペクトラム成分抽出部は、前記送信信号の周波数を全体的に増加または減少させることに伴い、周波数軸上において互いに逆方向に移動する二つのスペクトラム成分を前記スペクトラム成分のペアとして抽出する、ことを特徴とする。

【0011】

望ましい態様において、同一の移動目標から得られる両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアとして抽出された二つのスペクトラム成分を利用して、当該二つのスペクトラム成分の間の周波数軸上における周波数差から当該移動目標の速度を算出する、ことを特徴とする。

10

【0012】

望ましい態様において、前記スペクトラム成分抽出部は、前記周波数スペクトラムに含まれる複数のスペクトラム成分のうち、時間の経過に伴って位相が変化するスペクトラム成分を移動目標に対応したスペクトラム成分として抽出する、ことを特徴とする。

【0013】

望ましい態様において、前記スペクトラム成分抽出部は、前記周波数スペクトラムに含まれる複数のスペクトラム成分のうち、時間の経過に伴って位相が変化しないスペクトラム成分を固定目標に対応したスペクトラム成分として抽出する、ことを特徴とする。

20

【0014】

望ましい態様において、前記スペクトラム成分抽出部により抽出される周波数軸に沿って並んだ移動目標と固定目標の複数のスペクトラム成分に基づいて、当該周波数軸を超音波の深さ方向に対応付けて、さらに、移動目標と固定目標を互いに異なる表示態様として、超音波の深さ方向に沿って並んだ移動目標と固定目標を表示する、ことを特徴とする。

【0015】

望ましい態様において、前記受信信号処理部は、前記復調処理として、前記受信信号に対して直交検波処理を施す、ことを特徴とする。

【0016】

望ましい態様において、前記送信信号処理部は、対称三角波に沿って周波数を周期的に変化させた連続波の送信信号を出力する、ことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明により、周波数差信号の周波数スペクトラムから目標組織の情報を抽出することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の好適な実施形態を説明する。

【0019】

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。

40

【0020】

送信制御部14は、送信用振動子10を制御して超音波の送信制御を行う。送信制御部14には、例えば対称三角波によるFM変調処理が施されたFM連続波(FMCW波)が入力され、このFM連続波に対応する送信波が送信用振動子10から送波される。FM変調器20は、FM連続波を送信制御部14に出力する。FM変調器20は、RF波発振器22から供給されるRF波、および、FM変調波発振器24から供給される対称三角波の

50

変調波に基づいてFM連続波を発生する。FM連続波の周波数変化については後に図2を利用して説明する。

【0021】

受信制御部16は、受信用振動子12から供給される受波信号に対して増幅処理等の受信処理を施し、受信RF信号を形成して受信ミキサ30へ出力する。受信ミキサ30は、受信RF信号に対して直交検波を施して複素信号を生成する回路であり、2つのミキサ32, 34で構成される。各ミキサは受信RF信号を所定の参照信号と混合する回路である。受信ミキサ30の各ミキサに供給される参照信号は、FM変調器20から出力される。

【0022】

つまり、ミキサ32にはFM変調器20が出力するFM連続波が直接供給され、一方、ミキサ34にはFM連続波が / 2シフト回路26を經由して供給される。 / 2シフト回路26はFM連続波の位相を / 2だけずらす回路である。この結果、2つのミキサ32, 34の一方から同相信号成分（I信号成分）が出力され、他方から直交信号成分（Q信号成分）が出力される。そして、受信ミキサ30の後段に設けられるLPF（ローパスフィルタ）36, 38によって、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、送受信信号間における周波数差信号の同相信号成分および直交信号成分が抽出される。周波数差信号については後に図2を利用して説明する。

10

【0023】

FFT回路（高速フーリエ変換回路）40, 42は、周波数差信号（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40, 42において周波数差信号が周波数スペクトラムに変換される。なお、FFT回路40, 42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 f の周波数データとして出力される。FFT回路40, 42から出力される周波数スペクトラムについては、後に図3を利用して説明する。

20

【0024】

移動目標抽出部44は、周波数差信号の周波数スペクトラムから、例えば血流などの移動組織に対応した複数のスペクトラム成分を抽出する。また、移動目標抽出部44は、FM連続波の搬送波（RF波発振器22が出力するRF波）の周波数を変化させることに伴う各スペクトラム成分の周波数軸上における挙動に基づいて、同一の移動組織から得られる両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアを抽出する。

30

【0025】

そして、速度演算部48において、同一の移動組織から得られる両側帯波の二つのスペクトラム成分を利用して、当該二つのスペクトラム成分の間の周波数軸上における周波数差から当該移動組織の速度が算出される。また、固定目標抽出部46は、例えば血管壁などの固定組織に対応した複数のスペクトラム成分を抽出する。

【0026】

表示処理部52は、移動目標抽出部44と固定目標抽出部46により抽出される周波数軸に沿って並んだ移動組織と固定組織の複数のスペクトラム成分に基づいて、周波数軸を超音波の深さ方向に対応付けて、さらに、移動組織と固定組織を互いに異なる表示態様として、超音波の深さ方向に沿って並んだ移動組織と固定組織を表示する表示画像を形成し、形成した表示画像が表示部54に表示される。

40

【0027】

以上、概説したように、本実施形態では、対称三角波でFM変調した連続波による超音波（FMCW波）を送受波し、これにより得られる周波数差信号の周波数スペクトラムから、移動組織と固定組織の情報を取得する。そこで、次に、本実施形態による信号処理の原理について詳述する。なお、図1に示した部分については、以下の説明においても図1の符号を利用する。

【0028】

図2は、送受信信号間における周波数差信号を説明するための図である。図2は、対象組織が一つの場合の例を示している。

50

【 0 0 2 9 】

図 2 (A) は、送信信号 6 0 (実線) と固定組織から得られる受信信号 6 2 (破線) の各々の周波数変化を示している。図 2 (A) は、横軸を時間軸として縦軸に周波数を示すことにより、送信信号 6 0 と受信信号 6 2 の瞬時周波数が変化する様子を示している。

【 0 0 3 0 】

先に説明したように、本実施形態では、対称三角波を用いた変調処理によって形成される FM 連続波を送波している。そのため、図 2 (A) に示すように、送信信号 6 0 は、周波数が直線的に増加する増加時間帯と周波数が直線的に減少する減少時間帯とを含んでおり、送信信号 6 0 の波形は二等辺三角形となっている。そして、時間 T_m ごとに同じ波形が周期的に繰り返されて、連続波としての送信信号 6 0 が形成されている。

10

【 0 0 3 1 】

図 2 (A) の送信信号 6 0 は、送信用振動子 1 0 から生体内へ送波される送信波に対応しており、送信用振動子 1 0 から送波された後、生体内を深さ方向へ向かって伝播する。一方、図 2 (A) の受信信号 6 2 は、受信用振動子 1 2 によって取得される受波信号に対応しており、ある深さ (位置) に存在する一つの固定組織から反射された信号を示している。そのため、送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間には、対象組織の位置に応じた遅延時間が存在する。その遅延時間は、送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間の周波数差となって現れる。

【 0 0 3 2 】

図 2 (B) は、図 2 (A) の送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間の周波数差を示す周波数差信号である。図 2 (B) の横軸に示す時間軸は、図 2 (A) の時間軸に揃えられており、図 2 (B) の縦軸が周波数差を示している。

20

【 0 0 3 3 】

図 2 (A) の送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間には、図 2 (B) に示すように、位置 (深さ) に伴う周波数差 f_b が存在する。つまり、対象組織の位置に応じた遅延によって送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間に時間的なずれ (受信信号 6 2 の遅延) が生じることにより、同時刻の送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間に周波数差 f_b が現れる。周波数差 f_b は、送信信号 6 0 の増加時間帯と減少時間帯の各々において同じ量だけ現れている。

【 0 0 3 4 】

このように、対象組織が固定組織の場合、位置に対応した周波数差 f_b が現れる。これに対し、移動組織の場合には、移動に伴うドブラシフトの影響を考慮する必要がある。

30

【 0 0 3 5 】

図 2 (C) は、送信信号 6 0 (実線) と移動組織から得られる受信信号 6 2 (破線) の各々の周波数変化を示している。つまり、図 2 (A) と同様に、図 2 (C) は、横軸を時間軸として縦軸に周波数を示すことにより、送信信号 6 0 と受信信号 6 2 の瞬時周波数が変化する様子を示している。

【 0 0 3 6 】

移動組織の場合にも、その位置に応じて、送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間に時間的なずれ (受信信号 6 2 の遅延) が生じることにより、同時刻の送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間に周波数差 f_b が現れる。移動組織の場合には、さらに、組織の移動に伴うドブラシフト f_d が現れる。つまり、図 2 (C) では、ドブラシフト f_d の影響により、送信信号 6 0 に対して受信信号 6 2 が縦軸方向にずれている。

40

【 0 0 3 7 】

図 2 (D) は、図 2 (C) の送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間の周波数差を示す周波数差信号である。図 2 (D) の横軸に示す時間軸は、図 2 (C) の時間軸に揃えられており、図 2 (D) の縦軸が周波数差を示している。

【 0 0 3 8 】

図 2 (C) の送信信号 6 0 と受信信号 6 2 との間には、図 2 (D) に示すように、位置 (深さ) に伴う周波数差 f_b に加え、対象組織の移動に伴うドブラシフト f_d が現れる。そして、ドブラシフト f_d による影響は、送信信号 6 0 の増加時間帯と減少時間帯で互い

50

に異なっている。つまり、ドブラシフト f_d を考慮した周波数差は、送信信号 f_0 の増加時間帯で $(f_b - f_d)$ となり、減少時間帯で $(f_b + f_d)$ となる。このように、LPF 36, 38 から出力される周波数差信号は、目標組織の位置に比例した周波数情報と速度に比例したドブラ情報を含んでいる。

【0039】

図3は、周波数差信号の周波数スペクトラムを説明するための図である。図3(a)には、周波数差信号の同相信号成分(Iチャンネル)についての周波数スペクトラムが示されており、周波数軸方向に沿って複数のスペクトラム成分が並んでいる。周波数差信号には目標組織の位置(深さ)に比例した周波数情報が含まれている。図3(a)において、周波数軸に沿って並んだ複数の固定組織成分70は、互いに異なる深さに位置する複数の固定組織から得られるスペクトラム成分である。周波数が大きいほど、より深い位置から得られたものである。

10

【0040】

図3(a)には、さらに、複数の移動組織成分72が示されている。複数の移動組織成分72は、互いに異なる深さに位置する複数の移動組織から得られるスペクトラム成分である。周波数が大きいほど、より深い位置から得られたものである。移動組織の場合には、位置(深さ)に応じた周波数情報に加えて、速度に比例したドブラ情報が含まれている。ドブラ情報は、FM変調波発振器24から出力される変調波およびその変調波の高調波の両側帯波として出現する。つまり、同一の移動組織から得られるスペクトラムが、二つのスペクトラム成分からなるペアとして出現する。このようなスペクトラムの形状を両側帯波搬送波除去変調(Double-Sideband Suppressed-Carrier: DSB-SC)と呼ぶ場合もある。なお、固定組織と移動組織が同じ位置(深さ)に存在する場合には、固定組織成分70の両側近傍に移動組織成分72が出現する。

20

【0041】

図3(b)には、周波数差信号の直交信号成分(Qチャンネル)についての周波数スペクトラムが示されており、図3(a)の同相信号成分に対応した複数のスペクトラム成分が示されている。ちなみに、各スペクトラム成分の電力は、各スペクトラム成分の同相信号成分の大きさと直交信号成分の大きさの2乗和から得られる。また、その2乗和の平方根により各スペクトラム成分の振幅が得られる。

30

【0042】

移動組織から得られるスペクトラム成分と固定組織から得られるスペクトラム成分は、スペクトラム成分の位相が時間とともに変化するかどうかによって判別することができる。

【0043】

図4は、周波数差信号の周波数スペクトラムの時間変化を説明するための図である。図4は、周波数スペクトラムを周波数軸と時間軸によって二次元的に表現したものである。したがって、図4においても、所定周波数におけるスペクトラムは、その周波数に対応する深さからの反射波に相当する。なお、図4において、周波数スペクトラムは、振幅成分と位相成分とを含む複素振幅で表現されており、図4において棒状に表現された各スペクトラムの棒の長さが振幅に相当し、棒の傾きが位相に相当する。

40

【0044】

対象組織が固定していれば、その対象組織から得られる周波数スペクトラムは時間に関係なく一定となる。つまり、図4で、固定された組織に相当する周波数のスペクトラムは、時間に関係なくその棒の長さや傾きが一定となる。一方、対象組織が移動していると、その対象組織から得られる周波数スペクトラムは時間と共に変化する。つまり、図4で、移動組織に相当する周波数のスペクトラムは、時間と共に、その棒の長さや傾きが変わる。

【0045】

そこで、本実施形態においては、移動目標抽出部44が、周波数スペクトラムに含まれる複数のスペクトラム成分のうち、時間の経過に伴って位相が変化するスペクトラム成分を移動組織に対応したスペクトラム成分として抽出する。また、固定目標抽出部46が、

50

周波数スペクトラムに含まれる複数のスペクトラム成分のうち、時間の経過に伴って位相が変化しないスペクトラム成分を固定組織に対応したスペクトラム成分として抽出する。

【0046】

図3に戻り、図3(c)は、移動目標抽出部44により、図3(a)(b)の周波数スペクトラムから、移動組織のスペクトラム成分のみが抽出された周波数スペクトラムを示している。また、図3(d)は、固定目標抽出部46により、図3(a)(b)の周波数スペクトラムから、固定組織のスペクトラム成分のみが抽出された周波数スペクトラムを示している。例えば、表示処理部52において、図3(c)(d)の周波数スペクトラムについての表示画像が形成されて表示部54に表示される。

【0047】

なお、図3(c)の周波数スペクトラムを表示する際に、移動組織の移動方向(極性)を色などにより表現してもよい。移動組織のドブラ信号の極性(例えば血流が流れている方向)は、I、Qチャンネル間で、ドブラ複素周波数スペクトラムの位相のどちらが進んでいるかにより判断することができる。例えば、従来から知られているPWドブラやCWドブラで用いられている手法と同じ手法で極性を判断することができる。極性(方向)が識別された結果を周波数スペクトラムに反映させる場合には、例えば、振動子に向かってくる方向を青で表現し、振動子から遠ざかる方向を赤で表現する。もちろん、識別結果の色表示は赤、青に限定されず、他の色の組み合わせを利用してよいし、色に換えて他の表示態様としてもよい。

【0048】

また、移動組織と固定組織のスペクトラム成分を同時に表示した図3(e)の周波数スペクトラムが表示部54に表示されてもよい。この場合には、移動組織と固定組織とを互いに区別できるように、例えば、移動組織と固定組織を互いに異なる色などの表示態様により表現してもよい。

【0049】

例えば血流などの移動組織からの周波数スペクトラムは、前述したように、2つの周波数スペクトラム成分に分離された両側帯波として出現する。この両側帯波の電力スペクトラムの離れ具合は、血流の速度に比例している。即ち、速度が大きいと、大きく分離した状態で出現するのが特徴である。その血流の実際の位置は、分離された2つのスペクトラムの中央部に対応している。したがって、実際に血管が存在する位置に対応した周波数にドブラスペクトラムが生じるのではなく、その両側に、いわば偽の周波数帯にドブラスペクトラムが生じていることとなる。しかし、ドブラシフトが極端に大きくない通常の場合は、このシフト量は、位置分解能に比べ無視できるほど十分に小さい。したがって、両側帯波で表現されるドブラ信号を固定組織と同時に表示しても、2つのスペクトラムで表示される1組のドブラ信号はほとんど重なって表示される。したがって、両側帯波で表現されるドブラ信号を固定組織と同じ座標上に図3(e)のように表示することは、実用上の価値を十分に期待できる。

【0050】

さらに、本実施形態においては、FM連続波の周波数を全体的に増加または減少させることに伴う各スペクトラム成分の周波数軸上における挙動に基づいて、移動目標抽出部44によって、同一の移動組織から得られる両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアが抽出される。例えば、RF波発振器22から出力されるRF波(搬送波)の周波数をわずかに変化させ、変化前後の移動組織に関するスペクトラム成分が比較される。

【0051】

ドブラ周波数 f_d 、移動組織の速さ v 、音速 c 、超音波ビームと移動方向の角度 θ 、超音波の周波数 f_0 との間には、 $f_d = f_0 \times (2 \times v \times \cos \theta) / c$ の関係が成立する。したがって、RF波の周波数が増加して超音波の周波数 f_0 が増加すると、ドブラ周波数 f_d も大きくなる。

【0052】

そこで、本実施形態においては、FM連続波の周波数を全体的に増加または減少させる

10

20

30

40

50

ことに伴い、周波数軸上において互いに逆方向に移動する二つのスペクトラム成分を両側帯波に対応したスペクトラム成分のペアとして抽出する。例えば、RF波の周波数をわずかに増加させると、図3(f)のように、各ペアの周波数差がわずかに大きくなる。図3(f)の場合、互いに隣り合うスペクトラム成分同士のうち、スペクトラム成分同士の間の周波数差が大きくなる成分同士の組み合わせが両側帯波のペアとなる。他方、周波数差が小さくなるのは誤ったペアである。この関係を用いて、両側帯波の正しいペアを決定し、そのペアの間の周波数差 $2f_d$ から、そのスペクトラム成分に対応した移動組織、例えば各血流の速度を算出することができる。なお、RF波の周波数をわずかに減少させると、各ペアの周波数差がわずかに小さくなるため、この関係を利用して両側帯波のペアを抽出してもよい。

10

【0053】

複数の移動組織が近接して存在する場合には、互いに隣り合うスペクトラム成分同士が両側帯波のペアとならない場合も発生する。例えば、図3(g)の(1)のように、ペアPAの二つのスペクトラム成分の間に、ペアPBの一方のスペクトラム成分が入り込んでしまう場合や、図3(g)の(2)のように、ペアPAの二つのスペクトラム成分の間に、ペアPBの二つのスペクトラム成分が入り込んでしまう場合などが考えられる。このような場合には、互いに隣り合うスペクトラム成分同士を比較するだけでなく、近傍の他のスペクトラム成分との比較も考慮すればよい。なお、図3(g)に示すようなケースは、理論上における可能性であり、実用上における発生頻度は極めて低いことが予想される。

20

【0054】

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。

【0055】

例えば、上述した実施形態においては、対称三角波によるFM変調処理によりFM連続波を形成しているが、対称三角波に換えて鋸歯状波を用いてもよい。また、上述した実施形態においては、周波数を周期的に変化させる連続波の送信信号を形成するにあたって、搬送波信号(RF波発振器22から供給されるRF波)に対して周波数変調処理を施している。この周波数変調処理に換えて、周波数変調処理と同じ角度変調の方式として当業者において明らかな位相変調処理(PM処理)を利用してもよい。つまり、搬送波信号に対して位相変調処理を施すことにより、FM変調器20から出力されるFM連続波と同じ波形あるいは同等な波形を形成してもよい。なお、周波数を周期的に変化させる連続波のデータをメモリなどに記憶しておき、このメモリから読み出されるデータに基づいて、当該連続波を生成してもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示す機能ブロック図である。

【図2】送受信信号間における周波数差信号を説明するための図である。

【図3】周波数差信号の周波数スペクトラムを説明するための図である。

【図4】周波数スペクトラムの時間変化を説明するための図である。

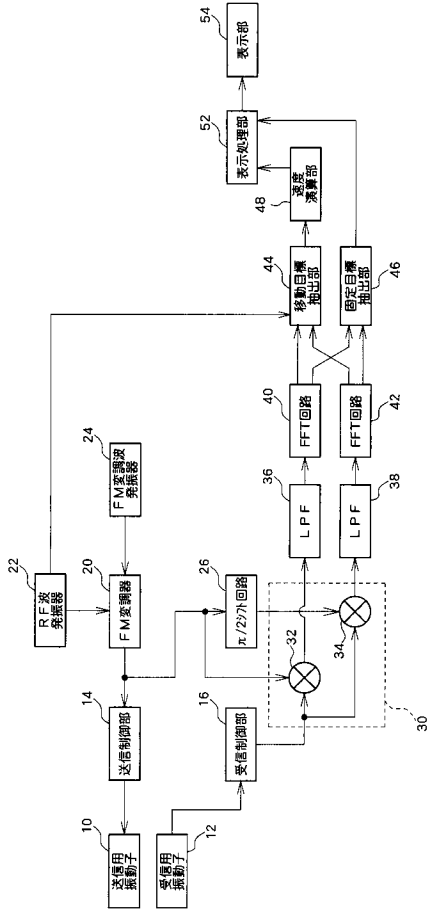
40

【符号の説明】

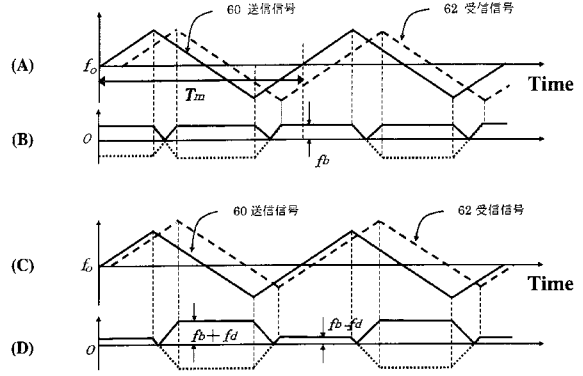
【0057】

10 送信用振動子、12 受信用振動子、20 FM変調器、24 FM変調波発振器、44 移動目標抽出部、46 固定目標抽出部、48 速度演算部、52 表示処理部。

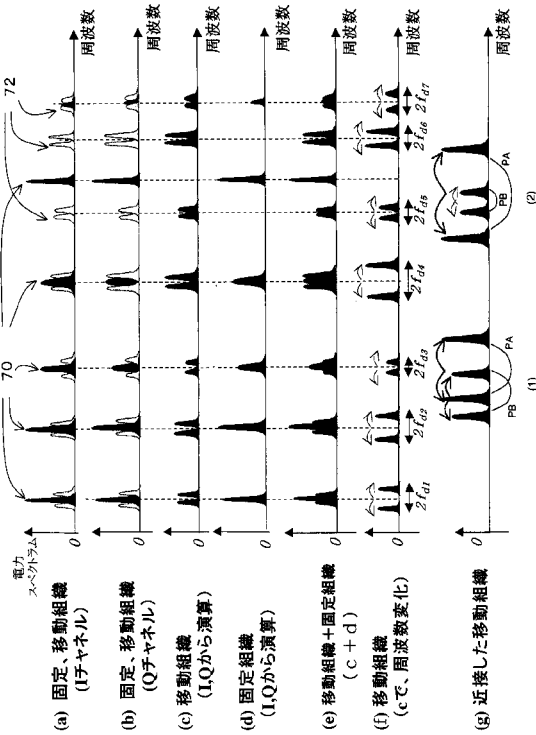
【 図 1 】



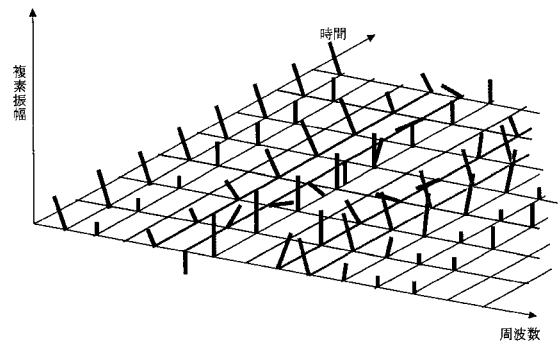
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2009219784A	公开(公告)日	2009-10-01
申请号	JP2008069811	申请日	2008-03-18
[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	国田正德		
发明人	国田 正德		
IPC分类号	A61B8/06		
FI分类号	A61B8/06		
F-TERM分类号	4C601/DD03 4C601/DE02 4C601/EE01 4C601/HH09 4C601/JB49		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题从频率差信号的频谱中提取目标组织的信息。 解决方案：发送和接收对应于通过对称三角波进行FM调制处理的FM连续波的超声波，接收混频器30对接收RF信号进行正交检测以产生复信号，并且LPF 36 38，提取发送/接收信号之间的频率差信号。 FFT电路40和42将频差信号转换为频谱，并且移动目标提取单元44从频谱中提取与移动目标相对应的多个频谱分量。此外，移动目标提取单元44对应于基于伴随FM连续波的频率的整体增加或减小的每个频谱分量的频率轴上的行为从相同的移动目标获得的两个边带。提取频谱成分对。 点域1

