

(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2004-202135
(P2004-202135A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/06	A 6 1 B 8/06	4 C 3 0 1
A 6 1 B 8/08	A 6 1 B 8/08	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2002-377984 (P2002-377984)	(71) 出願人	390029791
(22) 出願日	平成14年12月26日 (2002.12.26)		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)	4C301 AA01 DD01 DD03 DD04 DD07
			EE04 GB02 HH31 HH53 JB13
			JB29 JB35 JB38 JB40 JB50

最終頁に続く

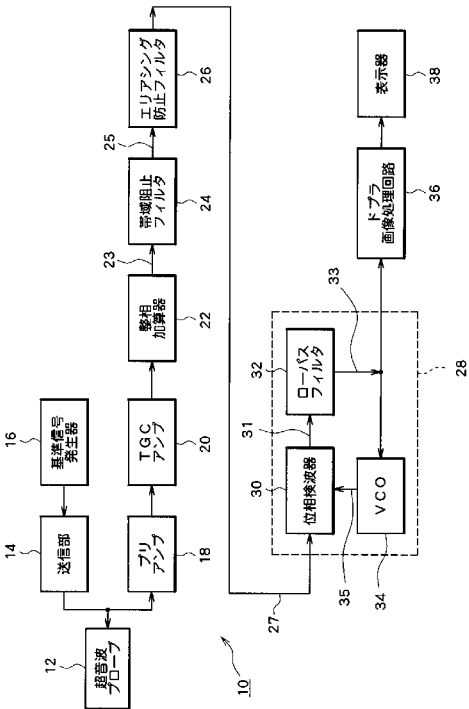
(54) 【発明の名称】 超音波ドプラ診断装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波ドプラ診断装置において、ドプラ情報と同様の周波数帯域において、ノイズを低減し、SN比を向上させることである。

【解決手段】 受信信号は、整相加算後、帯域阻止フィルタ24により低速運動成分を除去され、フェーズロックループ回路28に出力される。フェーズロックループ回路28の動作帯域は、ドプラ偏移周波数成分の帯域、例えば±5 KHzに設定される。位相検波器30は、低速運動成分が除去された信号27と、電圧制御発振器34から出力される信号35との位相を比較し、信号27と信号35とを一致させるための信号31を電圧制御発振器34に出力し、電圧制御発振器34は、入力された信号33の大きさに応じた周波数の信号35を位相検波器30に出力する。このループにより、ドプラ偏移周波数成分の信号がトラッキングされ、抽出される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を送受波し、受信信号を出力する送受波手段と、
前記受信信号から低速運動成分を除去する低速運動成分除去手段と、
前記低速運動成分を除去後の受信信号について、そこに含まれるドプラ偏移周波数成分をフェーズロックループ回路によりトラッキングすることにより、前記ドプラ偏移周波数成分を抽出するドプラ偏移周波数成分抽出手段と、
を備えることを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【請求項 2】

超音波を送受波し、受信信号を出力する送受波手段と、
前記受信信号から低速運動成分を除去する低速運動成分除去手段と、
前記低速運動成分を除去後の受信信号を複素信号に変換する複素信号変換手段と、
前記複素信号の実数部について、そこに含まれるドプラ偏移周波数成分をフェーズロックループ回路によりトラッキングすることにより、前記実数部のドプラ偏移周波数成分を抽出する実数部成分抽出手段と、
前記複素信号の虚数部について、そこに含まれるドプラ偏移周波数成分をフェーズロックループ回路によりトラッキングすることにより、前記虚数部のドプラ偏移周波数成分を抽出する虚数部成分抽出手段と、
を備えることを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波ドプラ診断装置において、
前記低速運動成分除去手段は、前記受信信号に含まれる前記低速運動成分をトラッキングするフェーズロックループ回路を含むことを特徴とする超音波ドプラ診断装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は超音波ドプラ装置に係り、特に、ドプラ情報の周波数帯域におけるノイズを除去できる超音波ドプラ装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来の超音波ドプラ診断装置においては、超音波を対象組織に送受波し、受信信号に含まれるドプラ情報を周波数解析し、その結果を画像処理してドプラ波形として表示している。

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

この場合、超音波プローブからドプラ情報の解析手段までの伝送経路上でさまざまなノイズが混入する。これらのノイズのうち、ドプラ情報の周波数帯域に混入してくるノイズはドプラ情報の信号との弁別がつきにくく、S/N比を劣化させる。

【0004】

本発明の目的は、かかる従来技術の課題を解決し、ドプラ情報の周波数帯域におけるノイズを低減し、S/N比を向上させることができる超音波ドプラ診断装置を提供することである。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本発明に係る超音波ドプラ診断装置は、超音波を送受波し、受信信号を出力する送受波手段と、前記受信信号から低速運動成分を除去する低速運動成分除去手段と、前記低速運動成分を除去後の受信信号について、そこに含まれるドプラ偏移周波数成分をフェーズロックループ回路によりトラッキングすることにより、前記ドプラ偏移周波数成分を抽出するドプラ偏移周波数成分抽出手段と、を備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0006】

この構成により、受信信号の中で電力的に大きな低速運動成分をまず除去し、除去後の受信信号についてフェーズロック回路を用いてドプラ偏移周波数成分をトラッキングする。したがって、ドプラ偏移周波数の周波数帯域において特定の周波数特性を有しないホワイトノイズはトラッキングされないので、ノイズを低減しS/N比を向上させたドプラ偏移周波数成分を抜き出すことができる。

【0007】

また、本発明に係る超音波ドプラ診断装置は、超音波を送受波し、受信信号を出力する送受波手段と、前記受信信号から低速運動成分を除去する低速運動成分除去手段と、前記低速運動成分を除去後の受信信号を複素信号に変換する複素信号変換手段と、前記複素信号の実数部について、そこに含まれるドプラ偏移周波数成分をフェーズロック回路によりトラッキングすることにより、前記実数部のドプラ偏移周波数成分を抽出する実数部成分抽出手段と、前記複素信号の虚数部について、そこに含まれるドプラ偏移周波数成分をフェーズロック回路によりトラッキングすることにより、前記虚数部のドプラ偏移周波数成分を抽出する虚数部成分抽出手段と、を備えることを特徴とする。

10

【0008】

この構成により、受信信号の中で電力的に大きな低速運動成分をまず除去し、除去後の受信信号を複素信号に変換し、その複素信号の実数部、虚数部のそれぞれについてフェーズロック回路を用いて実数部のドプラ偏移周波数成分および虚数部のドプラ偏移周波数成分をトラッキングする。したがって、ドプラ偏移周波数の周波数帯域において特定の周波数特性を有しないホワイトノイズはトラッキングされないので、ノイズを低減しS/N比を向上させたドプラ偏移周波数成分を抜き出すことができる。

20

【0009】

また、前記低速運動成分除去手段は、前記受信信号に含まれる前記低速運動成分をトラッキングするフェーズロック回路を含むことが好ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下に図面を用いて、本発明に係る実施の形態につき詳細に説明する。図1は、超音波ドプラ診断装置10のブロック図である。ドプラモードは、連続波ドプラモードでもパルスドプラモードでもよい。

30

【0011】

超音波プローブ12は、図示されていないアレイ振動子を内部に有しており、そのアレイ振動子は複数の振動素子によって構成される。そのアレイ振動子を利用して超音波ビームが形成され、その超音波ビームを走査することで走査面が形成される。

【0012】

送信部14は、基準信号発生器16から供給される基準信号に基づいて、アレイ振動子を構成する各振動素子ごとに遅延された送信信号を供給する回路で、いわゆる送信ビームフォーマーとしての機能を有する。基準信号としては、たとえば周波数が5MHzの信号を用いることができる。

【0013】

プリアンプ18は、超音波プローブ12からのエコー信号を増幅する回路である。TGCアンプ20は、診断深さごとにゲインを設定できる増幅器である。整相加算器22は、各振動素子の受信信号間の位相差を調整する処理を行う回路である。プリアンプ18、TGCアンプ20および整相加算器22は、いわゆる受信ビームフォーマーを構成している。

40

【0014】

帯域阻止フィルタ24は、整相加算器22の出力する信号から低速運動成分を除去する機能を有するフィルタである。信号中の低速運動成分とは、例えば血流速度を計測する場合に、心臓の壁の部分からの反射信号成分のように血流速度に比し低速な信号成分である。図2に、受信信号の周波数スペクトラムを模式的に示す。図において、横軸は周波数、縦

50

軸はパワーを表し、 Δp はドブラシフトの範囲である。図のように、低速運動成分 6 はドブラシフトの範囲内に現われ、その電力（パワー）はドブラ偏移周波数成分 4 に比べかなり大きい。このドブラ偏移周波数成分 4 を残し低速運動成分 6 を除去するように、帯域阻止フィルタ 24 のフィルタ帯域特性が設定される（図 3 参照）。

【0015】

帯域阻止フィルタ 24 により低速運動成分が除去された信号は、いわゆる折り返し現象を防止するエリアシング防止フィルタ 26 を介し、フェーズロックループ回路 28 に出力される。

【0016】

フェーズロックループ（Phase Locked Loop：PLL）回路 28 は、低速運動成分が除去された信号 27 について、ドブラ偏移周波数成分をトラッキングすることで、ドブラ偏移周波数成分を抽出する機能を有する回路である。 10

【0017】

フェーズロックループ回路 28 の中の位相検波器 30 は、低速運動成分が除去された信号 27 と、電圧制御発振器 34 から出力される信号 35 との位相を比較し、信号 27 と信号 35 とを一致させるための信号 31 を生成してローパスフィルタ 32 を介して、電圧制御発振器（Voltage Controlled Oscillator：VCO）34 に出力する機能を有する。

【0018】

ローパスフィルタ 32 は、位相検波器 30 から出力された信号 31 の高周波成分を除去し、平滑化した信号 33 として電圧制御発振器 34 に入力するフィルタである。 20

【0019】

電圧制御発振器 34 は、入力された電圧に応じた周波数の信号を出力する発振器である。具体的には、ローパスフィルタ 32 を介して入力された信号 33 の大きさに応じた周波数の信号 35 を生成し、位相検波器 30 に出力する発振回路である。

【0020】

このように位相検波器 30 とローパスフィルタ 32 と電圧制御発振器 34 とをループにして構成したフェーズロックループ回路 28 は、電圧制御発振器 34 の発振周波数を信号 27 の周波数にロックする機能を有する。上記のように、信号 27 は、周期性を有する信号成分のドブラ偏移周波数成分の信号とともに、周期性を有しないホワイトノイズ成分とを含むが、フェーズロックループ回路 28 によってトラッキングされロックされるのは周期性のドブラ偏移周波数成分のみである。そしてロックされたときにおいて電圧制御発振器 34 に入力される信号 33 は、ドブラ偏移周波数に対応する電圧値である。このようにして、フェーズロックループ回路 28 によりドブラ偏移周波数成分が抽出され、抽出されたドブラ偏移周波数を電圧値に変換された信号 33 として得ることができる。信号 33 は、ドブラ画像処理回路 36 に出力される。 30

【0021】

ドブラ画像処理回路 36 は、入力されたドブラ偏移周波数成分の信号に応じた直流電圧の信号 33 を用いて、画像処理を行い、例えばドブラ偏移周波数の時間変化の画像に変換し、表示器 38 に出力する。 40

【0022】

このようにして、RF 受信信号のなかで電力の最も大きい低速運動成分を帯域阻止フィルタ 24 で除去し、その後ドブラ偏移周波数成分をフェーズロックループ回路によりトラッキングすることでドブラ偏移周波数成分を抽出できる。このときホワイトノイズはトラッキングされないので、ノイズを低減し SN 比を向上させたドブラ情報を得ることができる。

【0023】

図 4 は、他の実施の形態に係る超音波ドブラ診断装置 50 のブロック図である。なお、超音波プローブ 12 からエリアシング防止フィルタ 26 までの要素は、図 1 に示す超音波ドブラ診断装置 10 と同様であるので、同じ符号を付して詳細な説明を省略する。 50

【0024】

帯域阻止フィルタ24により低速運動成分が除去された信号は、いわゆる折り返し現象を防止するエリアシング防止フィルタ26を介し、1組の同期検波器54a, 54bに出力される。

【0025】

位相回路52は、基準信号発生器16から出力される信号17を $\pi/2$ だけ位相が異なる信号53を生成する回路である。

【0026】

1組の同期検波器54a, 54bは、低速運動成分が除去された信号27を複素信号に変換する複素信号変換手段としての機能を有する回路である。複素信号は実数部と虚数部から構成される。1組の同期検波器54a, 54bのうち、一方の同期検波器54aは、入力された信号27に基準信号発生器16から出力される信号17をミキシングすることで、複素信号の実数部55aを出力する機能を有する。他方の同期検波器54bは、入力された信号27に位相回路52から出力される信号53、すなわち基準信号発生器16から出力される信号17と位相が $\pi/2$ だけ異なる信号をミキシングすることで、複素信号の虚数部55bを出力する機能を有する。 10

【0027】

1組のフェーズロック回路56a, 56bは、図1で説明したフェーズロック回路28と同様の機能を有する回路であり、一方は実数部用のフェーズロック回路56aであり、他方は虚数部用のフェーズロック回路56bである。低速運動成分が除去された信号27は、ドプラ偏移周波数成分と、特定の周波数特性を有しないホワイトノイズとが重畳した信号となっているので、信号27を変換した複素信号の実数部および虚数部もドプラ偏移周波数成分とホワイトノイズが重畳している。実数部用のフェーズロック回路56aは、実数部の重畳した信号において実数部のドプラ偏移周波数成分のみを抽出する機能を有し、虚数部用のフェーズロック回路56bは虚数部の重畳した信号において虚数部のドプラ偏移周波数成分のみを抽出する機能を有する。 20

【0028】

1組のフェーズロック回路56a, 56bの中の各位相検波器60a, 60bは、それぞれ実数部55aと電圧制御発振器64aから出力される信号65aとの位相、虚数部55bと電圧制御発振器64bから出力される信号65bとの位相を比較し、それぞれ実数部55aと信号65aとを一致させるための信号61a、虚数部55bと信号65bとを一致させるための信号61bを生成する機能を有する。生成された信号61a, 61bはそれぞれローパスフィルタ62a, 62bを介して、それぞれ電圧制御発振器64a, 64bに出力される。 30

【0029】

各ローパスフィルタ62a, 62bは、位相検波器60a, 60bから出力された信号61a, 61bをそれぞれ平滑化し、直流電圧の信号63a, 63bとして電圧制御発振器64a, 64bに入力するフィルタである。

【0030】

各電圧制御発振器64a, 64bは、ローパスフィルタ62a, 62bを介して入力された信号63a, 63bの大きさに応じた周波数の信号65a, 65bを生成し、位相検波器60a, 60bに出力する発振回路である。 40

【0031】

例えば、位相検波器60aとローパスフィルタ62aと電圧制御発振器64aとをループにして構成した実数部用のフェーズロック回路56aは、電圧制御発振器64aの発振周波数を実数部55aの周波数にロックする機能を有する。上記のように、実数部55aは、周期性を有する信号成分のドプラ偏移周波数成分の信号とともに、周期性を有しないホワイトノイズ成分とを含むが、フェーズロック回路56aによってトラッキングされロックされるのは周期性のドプラ偏移周波数成分のみである。そしてロックされたときにおいて電圧制御発振器64aに入力される信号63aは、実数部のドプラ偏移周 50

波数に対応する電圧値である。このようにして、フェーズロックループ回路56aにより実数部のドブラ偏移周波数成分が抽出され、抽出された実数分のドブラ偏移周波数を電圧値に変換された信号63aとして得ることができる。

【0032】

同様に、位相検波器60bとローパスフィルタ62bと電圧制御発振器64bとをループにして構成した虚数部用のフェーズロックループ回路56bは、電圧制御発振器64bの発振周波数を虚数部55bの周波数にロックする機能を有する。そしてロックされたときにおいて電圧制御発振器64bに入力される信号63bは、虚数部のドブラ偏移周波数に対応する電圧値である。このようにして、フェーズロックループ回路56bにより虚数部のドブラ偏移周波数成分が抽出され、抽出された虚数部のドブラ偏移周波数を電圧値に変換された信号63bとして得ることができる。信号63a, 63bは速度変換回路66に出力される。

10

【0033】

速度変換回路66は、信号63a, 63bに基づいてドブラ偏移周波数成分に対応する速度を算出する変換回路である。速度変換回路の出力はドブラ画像処理回路68に入力されて画像処理が実行され、例えばドブラ偏移周波数の時間変化の画像に変換し、表示器70に出力する。

【0034】

このようにして、RF受信信号のなかで電力の最も大きい低速運動成分を帯域阻止フィルタ24で除去し、その後複素信号に変換し、実数部用のフェーズロックループ回路および虚数部用のフェーズロックループ回路を用いることで、実数部のドブラ偏移周波数成分と虚数部のドブラ偏移周波数成分を抽出できる。このときホワイトノイズはトラッキングされないので、ノイズを低減しSN比を向上させたドブラ情報を得ることができる。

20

【0035】

受信信号から低速運動成分を除去する手段として、帯域阻止フィルタの代わりに、MTI (Moving Target Indicator) を用いたウォールモーションフィルタ、あるいは、超音波の送信周波数成分をトラッキングするフェーズロックループ回路を用いることもできる。

【0036】

図5は、フェーズロックループ回路80と差分回路82を用いて、受信信号から低速運動成分を除去する回路構成を示す図である。図において、受信信号例えば整相加算器から出力される信号23は、フェーズロックループ回路80の位相検波器84に入力されるとともに差分回路82にも入力される。フェーズロックループ回路80は、図1のフェーズロックループ回路28等と同様の機能を有する回路で、位相検波器84に入力された信号23の周波数に電圧制御発振器(VCO)88から出力された信号89の周波数がロックされる。そのロックされた周波数の信号89が差分回路82に入力される。差分回路82においては、信号23から信号89が減算処理され、その結果が信号25として出力される。

30

【0037】

フェーズロックループ回路80においてまずロックされるのは、電力の大きい周波数成分である。図2に示したように、受信信号においては、低速運動成分の電力が他の成分に比してかなり大きい。そこで、低速運動成分がまずロックされ、信号89はそのロックされた低速運動成分となる。したがって、差分回路82から出力される信号25は、受信信号から低速運動成分を除去した信号となる。このようにして、フェーズロックループ回路80と差分回路82とを用いて、受信信号から低速運動成分を除去することができる。

40

【0038】

【発明の効果】

本発明に係る超音波ドブラ診断装置によれば、ドブラ情報の周波数帯域において、ノイズを低減し、SN比を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】 本発明に係る実施の形態における超音波ドプラ診断装置のブロック図である。

【図 2】 受信信号の周波数スペクトラムを模式的に示す図である。

【図 3】 低速運動成分が除去された信号についての周波数スペクトラムの拡大図である。

【図 4】 他の実施の形態における超音波ドプラ診断装置のブロック図である。

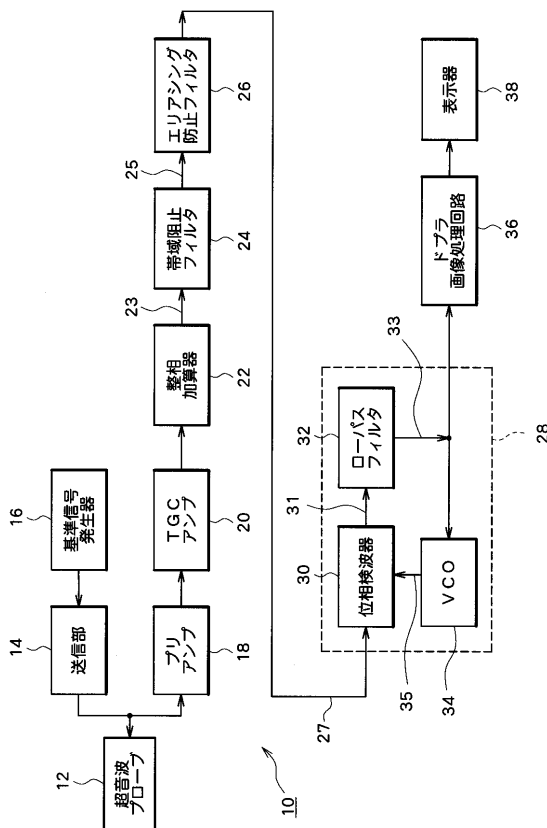
【図 5】 低速運動成分を除去する回路について他の実施の形態を示す図である。

【符号の説明】

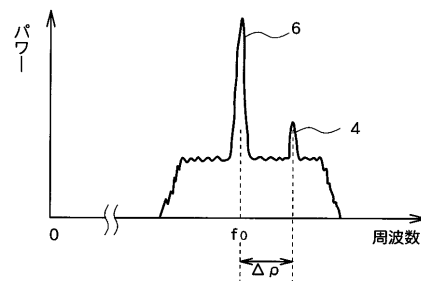
4 ドプラ偏移周波数成分、6 低速運動成分、8 ホワイトノイズ、10、50 超音波ドプラ診断装置、12 超音波プローブ、14 送信部、18 プリアンプ、24 帯域阻止フィルタ、28、56a、56b、80 フェーズロックループ回路、54a、54b 同期検波器、55a 実数部、55b 虚数部。

10

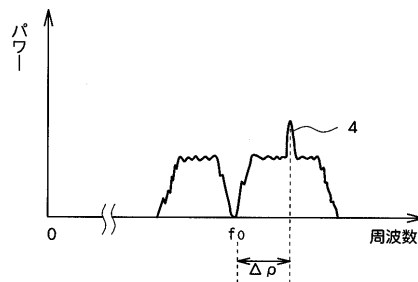
【図 1】



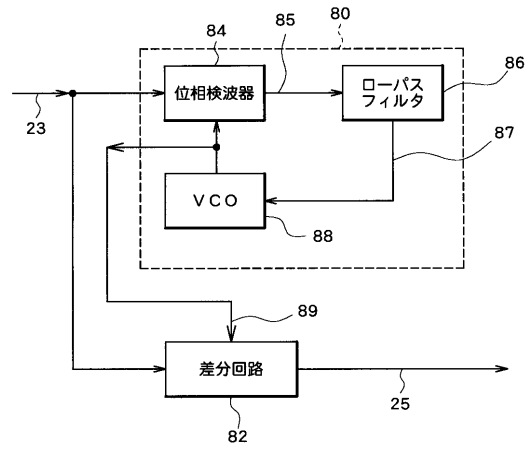
【図 2】



【図 3】



【図 5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C601 DD03 DD15 DE01 DE02 DE03 EE02 GB01 GB03 JB01 JB11
JB13 JB21 JB23 JB28 JB31 JB34 JB45 JB60

要解决的问题：在类似于超声多普勒诊断设备中的多普勒信息的频带中，减少噪声并提高信噪比。 解决方案：接收到的信号经过相位加法，低速运动分量被频带消除滤波器24去除，并且接收到的信号输出到锁相环电路28。锁相环电路28的工作频带被设置为多普勒频移分量的频带，例如 $\pm 5\text{kHz}$ 。相位检测器30比较去除了慢动作成分的信号27的相位和从压控振荡器34输出的信号35的相位，并对信号31进行电压控制以使信号27和信号35匹配。该信号被输出到振荡器34，并且压控振荡器34将具有与输入信号33的大小相对应的频率的信号35输出到相位检测器30。通过该循环，跟踪并提取多普勒频移分量的信号。 [选型图]图1

