

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4369701号
(P4369701)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月4日(2009.9.4)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/06 (2006.01) A 6 1 B 8/06

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-278746 (P2003-278746)	(73) 特許権者	390029791 アロカ株式会社 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(22) 出願日	平成15年7月24日(2003.7.24)	(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二
(65) 公開番号	特開2005-40409 (P2005-40409A)	(74) 代理人	100096976 弁理士 石田 純
(43) 公開日	平成17年2月17日(2005.2.17)	(72) 発明者	佐藤 比呂光 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
審査請求日	平成18年7月4日(2006.7.4)	(72) 発明者	宮坂 好一 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
		審査官	右▲高▼ 孝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波を送受波して、サンプルゲート内からのドプラ情報を取得する超音波診断装置であって、

前記サンプルゲートの位置に応じた送信エネルギーに対応した送信パルス信号を送受波器へ出力する送信手段と、

前記送受波器から出力される受信信号を処理する受信処理手段と、

前記処理された受信信号から、前記サンプルゲート内のドプラ情報を抽出するドプラ処理手段と、

を有し、

前記送信パルス信号は、直線周波数変調信号であり、

前記受信処理手段は、前記直線周波数変調信号に対応したパルス圧縮処理を実行し、

前記直線周波数変調信号は、前記サンプルゲートの位置が浅いものほど時間帯域積が小さい、

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であって、

前記送信エネルギーは、前記サンプルゲートの位置が浅いものほど小さい、
ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項3】

請求項 1 に記載の超音波診断装置であって、
前記直線周波数変調信号は、前記サンプルゲートの位置が深いものほど中心周波数が低い、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の超音波診断装置であって、
前記直線周波数変調信号は、予め記録された複数の直線周波数変調信号の中から、前記サンプルゲートの位置に基づいて選択される、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の超音波診断装置であって、
前記サンプルゲートの位置に基づいて、前記中心周波数に対応する検波用参照信号を発生する参照信号発生部をさらに有する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置であって、
前記ドブラ処理手段は、前記ドブラ情報の周波数解析結果を時間軸上に表した D モード画像を形成する、

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、超音波を送受波してサンプルゲート内からドブラ情報を取得する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

感度や分解能を改善するために、送波する超音波の深さに応じて送信符号または送信波形を変化させる超音波診断装置が特許文献 1 に記載されている。特許文献 1 の超音波診断装置は、設定した深度に応じた超音波画像を形成するものである。つまり、設定深度を浅くした場合の画像や、設定深度を深くした場合の画像をそれぞれ別々に形成して表示している（例えば、特許文献 1 の第 0036 段落参照）。

【0003】

一方、サンプルゲート位置において取得されたドブラ情報の周波数解析結果を時間軸上に表した D モード画像を形成する超音波診断装置が知られている。D モード画像を形成する際、サンプルゲートを通過する方位に対して連続的にあるいは間欠的に超音波ビームが形成され、各超音波ビーム上のエコーデータの中でサンプルゲート内に相当するエコーデータが抽出されて、それらに対してドブラ解析（例えば FFT 演算）が実行される。

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 345810 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 には、送波する超音波の深さに応じて送信符号または送信波形を変化させる超音波診断装置が記載されているものの、D モード画像を形成する超音波診断装置については触れられていない。

【0006】

また、従来の D モード画像を形成する超音波診断装置では、送波する超音波の深さとは無関係に送信エネルギーが一定に設定されており、送信エネルギーを適切に設定することが望まれていた。

【0007】

10

20

30

40

50

そこで本発明は、適切な送信エネルギーでサンプルゲート内に超音波を送受波してドプラ情報を取得する超音波診断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】

【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、超音波を送受波して、サンプルゲート内からのドプラ情報を取得する超音波診断装置であって、前記サンプルゲートの位置に応じた送信エネルギーに対応した送信パルス信号を送受波器へ出力する送信手段と、前記送受波器から出力される受信信号を処理する受信処理手段と、前記処理された受信信号から、前記サンプルゲート内のドプラ情報を抽出するドプラ処理手段と、を有するものとする。上記構成によれば、サンプルゲートの位置に応じた送信エネルギーで超音波を送波することができる。

10

【0009】

望ましくは、前記送信エネルギーは、前記サンプルゲートの位置が浅いものほど小さいものとする。つまり、送受波器からサンプルゲートまでの距離が短いものほど送信エネルギーを小さくする。これにより、装置全体として省電力化を図ることが可能になる。また望ましくは、前記送信パルス信号は、直線周波数変調信号（チャープ信号）であり、前記受信処理手段は、前記直線周波数変調信号に対応したパルス圧縮処理を実行するものとする。

【0010】

さらに望ましくは、前記直線周波数変調信号は、前記サンプルゲートの位置が浅いものほど時間帯域積が小さいものとする。また望ましくは、前記直線周波数変調信号は、前記サンプルゲートの位置が深いものほど中心周波数が低いものとする。さらに望ましくは、前記直線周波数変調信号は、予め記録された複数の直線周波数変調信号の中から、前記サンプルゲートの位置に基づいて選択されるものとする。さらに望ましくは、前記サンプルゲートの位置に基づいて、前記中心周波数に対応する検波用参照信号を発生する参照信号発生部をさらに有するものとする。

20

【0011】

望ましくは、前記送信パルス信号は、符号変調処理が施された符号化信号であり、前記受信処理手段は、前記符号変調処理に対応した復調処理を実行するものとする。さらに望ましくは、前記符号化信号は、前記サンプルゲートの位置が浅いものほど符号長が短いものとする。

30

【0012】

望ましくは、前記ドプラ処理手段は、前記ドプラ情報の周波数解析結果を時間軸上に表示したDモード画像を形成するものとする。

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る超音波診断装置により、適切な送信エネルギーでサンプルゲート内に超音波を送受波してドプラ情報を取得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】

【0014】

以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて説明する。

40

【0015】

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ブロック図である。図1に示す超音波診断装置は、ドプラ情報の周波数解析結果を時間軸上に表示する機能（Dモード）を有している。

【0016】

超音波探触子10は、図示されていないアレイ振動子を有しており、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によって走査面Sが形成される。この超音波探触子10は生体の体表面上に当接して用いられる。もちろん、体腔内に挿入して用いられる

50

ものでもよい。

【 0 0 1 7 】

送信ビームフォーマ 1 2 は、アレイ振動子を構成する複数の振動素子に対して送信信号を供給する回路である。送信ビームフォーマ 1 2 は、後述する送信波形生成部 2 0 から出力されるパルス波形情報に基づいて送信信号を形成する。受信ビームフォーマ 1 4 は、アレイ振動子を構成する複数の振動素子からの複数の受信信号に対して整相加算処理を実行することにより、整相加算後の受信信号を出力する回路である。

【 0 0 1 8 】

走査制御部 1 6 は、送信ビームフォーマ 1 2 および受信ビームフォーマ 1 4 を制御して、超音波ビームの走査順制御やステアリング制御を行いながら、時分割スキャンを実行する回路である。走査制御部 1 6 は超音波ビームをステアリングして時分割スキャンを実行する。つまり、断層画像を形成するための走査面 S を形成する制御を実行するとともに、D モード用に設定されたサンプルゲート 3 4 の位置においてドプラ計測が行われるように、サンプルゲートを通過する超音波ビームを形成する制御を実行する。

10

【 0 0 1 9 】

サンプルゲート設定部 1 8 は、D モード用のサンプルゲート 3 4 を設定する回路である。サンプルゲート 3 4 は、例えば血管などに対してドプラ情報の抽出位置を特定するものであり、このサンプルゲート 3 4 は、断層画像上においてユーザにより所望の位置に設定される。サンプルゲート設定部 1 8 は、サンプルゲートの深さを示すゲート深さ信号を出力する。ここで、ゲート深さとは超音波探触子 1 0 のアレイ振動子の位置からサンプルゲート 3 4 までの距離である。

20

【 0 0 2 0 】

送信波形生成部 2 0 は、送信ビームフォーマ 1 2 で利用される送信パルスのパルス波形を形成する回路である。本実施の形態の超音波診断装置では、D モード用に設定されたサンプルゲート 3 4 へ超音波ビームを形成する際、サンプルゲート 3 4 の深さに応じたエネルギーで超音波が送波されるように、送信パルスが設定される。送信パルスは、直線周波数変調処理や二値符号変調処理などの符号変調処理を施されている。この送信パルスのパルス波形については、後に図 2 から 4 を利用して詳述する。

【 0 0 2 1 】

符号復調部 2 2 は、送信波形生成部 2 0 において行われる符号変調処理に対応した復調処理を実行する回路であり、受信ビームフォーマ 1 4 から出力される整相加算された受信信号に対して復調処理を実行する。例えば、送信波形生成部 2 0 において、直線周波数変調処理が行われた場合、整相加算された受信信号をパルス圧縮フィルタでフィルタリング処理を実行する。これにより、時間分解能と符号強度とが改善された受信データが抽出される。

30

【 0 0 2 2 】

カラードプラ処理部 2 6 は、符号復調部 2 2 から出力される受信データに対してカラードプラ処理を実行する。カラードプラ処理とは、例えば血管の血流部分に相当する受信データから、ドプラ法により血流の各部分における流速を演算し、各部分それぞれに、流速に対応する表示色を設定する処理である。カラードプラ処理部 2 6 から出力される血流の各部分の表示色情報は表示処理部 3 0 に出力され、表示処理部 3 0 において、断層画像形成部 2 4 で形成される断層画像データ上に表示色情報が反映される。つまり、断層画像上において血管内の各部ごとの流速に応じた色付け処理が施されて、カラードプラ画像が形成される。

40

【 0 0 2 3 】

スペクトルドプラ処理部 2 8 は、符号復調部 2 2 から出力される受信データに対して FFT 演算を実行し、ドプラ情報の周波数スペクトラムを解析する演算を実行する回路である。周波数スペクトラムの解析は、サンプルゲート内の受信データに対して実行される。周波数スペクトラムの解析結果に基づいて、横軸を時間軸、縦軸を周波数軸（速度軸）とする D モード画像が形成される。D モード画像は表示処理部 3 0 に出力され、例えば、断

50

層画像の隣にDモード画像が配置されて表示部32に表示される。

【0024】

図2は、送信波形生成部20(図1)において直線周波数変調処理により生成される送信パルスの説明するための図である。送信パルスは、サンプルゲートの深さに応じたエネルギーに対応するように形成される。

【0025】

図2の(a)に示される近距離用送信パルスは、サンプルゲートが浅い位置の場合における送信パルスである。その波形は、周波数スイープの低域端周波数が f_{00} 、高域端周波数が f_{01} 、周波数スイープ時間が T_0 のチャープ波形(直線周波数変調波形)である。また、図2の(b)に示される中距離用送信パルスは、サンプルゲートが、浅い位置と深い位置の中間の位置の場合における送信パルスである。その波形は、周波数スイープの低域端周波数が f_{10} 、高域端周波数が f_{11} 、周波数スイープ時間が T_1 のチャープ波形である。さらに、図2の(c)に示される遠距離用送信パルスは、サンプルゲートが深い位置の場合における送信パルスである。その波形は、周波数スイープの低域端周波数が f_{20} 、高域端周波数が f_{21} 、周波数スイープ時間が T_2 のチャープ波形である。

【0026】

本実施の形態では、サンプルゲートが浅い位置のものほど、チャープ波形の時間・帯域積を小さくして送信エネルギーを小さく設定する。時間・帯域積における時間とは、周波数スイープの時間長(上述の T_0 、 T_1 または T_2 に相当する)であり、帯域とは、チャープ波形の高域端周波数と低域端周波数との差である。超音波の減衰は送受信距離が小さければ比較的小さいため、サンプルゲートが浅い位置の送信において送信エネルギーを小さくすることで、装置全体として省電力化を図ることが可能になる。

【0027】

チャープ波形の時間・帯域積を変化させるには、時間長のみを変化させたり、帯域幅のみを変化させたり、あるいは、時間長および帯域幅の両方を変化させる手法が考えられる。

【0028】

図3は、チャープ波形の時間・帯域積の設定例を示す図である。図3には、図2における近距離用送信パルス、中距離用送信パルスおよび遠距離用送信パルスの各々の時間、帯域の設定例が示されており、図3の横軸は周波数スイープ時間を、縦軸は周波数を示している。

【0029】

図3に示される近距離用送信パルス、中距離用送信パルスおよび遠距離用送信パルスは、共に、周波数スイープの低域端周波数が f_0 、高域端周波数が f_1 である。ただし、周波数スイープ時間はそれぞれ異なっている。近距離用送信パルスの周波数スイープ時間が T_0 、中距離用送信パルスの周波数スイープ時間が T_1 、遠距離用送信パルスの周波数スイープ時間が T_2 であり、 $T_0 < T_1 < T_2$ の関係を満たしている。つまり、図3に示す送信パルスの時間・帯域積の設定例では、時間長のみを変化させることで、送信焦点の深さが深いものほど、時間・帯域積を大きく設定している。

【0030】

図3に示される各送信パルスは、送信波形生成部20(図1)に予め記録されており、送信波形生成部20はサンプルゲート設定部18(図1)が出力するゲート深さ信号に基づいて、ゲート深さに対応する送信パルスを選択的に利用する。また、サンプルゲートの深さに応じてチャープ波形を変化させた場合、各深さに応じた復調処理が必要になる。そこで、符号復調部22(図1)は、サンプルゲート設定部18(図1)から出力されるゲート深さ信号に基づいて、各深さに応じた復調処理を選択的に実行する。チャープ波形に対する復調処理には、パルス圧縮フィルタが利用される。符号復調部22(図1)は、ゲート深さに応じたフィルタ係数を選択して、パルス圧縮処理を実行する。

【0031】

図4は、チャープ波形の時間・帯域積の別の設定例を示す図である。図4には、図3と

10

20

30

40

50

同様に、近距離用送信パルス、中距離用送信パルスおよび遠距離用送信パルスの各々の時間、帯域の設定例が示されており、図4の横軸は周波数スイープ時間を、縦軸は周波数を示している。

【0032】

図4に示される近距離用送信パルス、中距離用送信パルスおよび遠距離用送信パルスは、周波数スイープ時間については、図3のものと同じである。つまり、近距離用送信パルスの周波数スイープ時間が T_0 、中距離用送信パルスの周波数スイープ時間が T_1 、遠距離用送信パルスの周波数スイープ時間が T_2 であり、 $T_0 < T_1 < T_2$ の関係を満たしている。ただし、各送信パルスの低域端周波数および高域端周波数が、図3のものとは異なっている。

10

【0033】

図4に示される各送信パルスの低域端周波数を比較すると、近距離用送信パルスでは f_{00} 、中距離用送信パルスでは f_{10} 、遠距離用送信パルスでは f_{20} であり、 $f_{20} < f_{10} < f_{00}$ の関係を満たしている。また、各送信パルスの高域端周波数を比較すると、近距離用送信パルスでは f_{01} 、中距離用送信パルスでは f_{11} 、遠距離用送信パルスでは f_{21} であり、 $f_{21} < f_{11} < f_{01}$ の関係を満たしている。つまり、サンプルゲートの位置が深いものほど、チャープ波形の帯域が、低周波数方向にシフトし、その結果、中心周波数も低周波数方向にシフトしている。超音波は、その周波数が低いものほど減衰が少ないため、サンプルゲートが深い位置のものほど低周波数の送信パルスを利用する方が有利である。但し、サンプルゲートの深さに応じて、各送信パルスの中心周波数をシフトさせた場合、各深さに

20

【0034】

図5は、スペクトルドブラ処理部28(図1)における検波処理を説明するための図である。参照信号データ選択器40は、サンプルゲート設定部18(図1)から出力されるゲート深さ信号に基づいて、サンプルゲートの深さに応じたデータ選択信号を出力する。参照信号データメモリ41には、サンプルゲートの各深さごとに参照信号に関するデータ(参照信号データ)が記録されており、データ選択信号に対応する参照信号データが直交検波器42へ出力される。

【0035】

直交検波器42は、参照信号データに対応する参照信号により、符号復調部22(図1)から出力されるパルス圧縮された受信信号に対して直交検波処理を実行する。つまり、サンプルゲートの深さに応じた参照信号により直交検波処理が実行される。直交検波処理により得られたI、Qの両信号は、レンジゲート44およびウォールモーションフィルタ46を介して周波数解析器48に出力される。そして、周波数解析器48において周波数スペクトラムの解析が行われる。

30

【0036】

以上、直線周波数変調処理により生成される送信パルス(図2参照)を例に、本実施の形態の超音波診断装置を詳述したが、送信パルスの生成は直線周波数変調処理に限定されない。例えば、二値化符号変調処理を利用して送信パルスを生成してもよい。二値化符号変調処理としては、M系列符号、Baker符号系列またはGolay相補符号系列など

40

を利用した変調処理が挙げられる。二値化符号変調処理を利用した場合においても、サンプルゲートの深さに応じたエネルギーで超音波が送波されるように、送信パルスが設定される。例えば、サンプルゲートが浅い位置のものほど、二値化符号変調処理における符号長(チップ数)を短くして送信エネルギーが小さく設定される。

【0037】

また、スペクトルドブラ処理部28(図1)で実行されるスペクトルドブラ処理において、スペクトラム解析に必要とされる受信データはサンプルゲート内の受信データであるため、サンプルゲート内においてのみ受信フォーカスを行う構成でもよい。つまり、受信ダイナミックフォーカス機能を持たない構成や、受信ダイナミックフォーカス機能を停止させる構成でもよい。

50

【0038】

さらに、異なる2つの領域を測定対象とした2方向同時スペクトルドブラ処理を実行してもよい。この場合、各々の測定対象にサンプルゲートが設定され、各サンプルゲート位置に対応して、各サンプルゲートを通過する超音波ビームの送信エネルギーが設定される。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】直線周波数変調処理により生成される送信パルスを示すための図である。

【図3】チャープ波形の時間・帯域積の設定例を示す図である。

【図4】チャープ波形の時間・帯域積の別の設定例を示す図である。

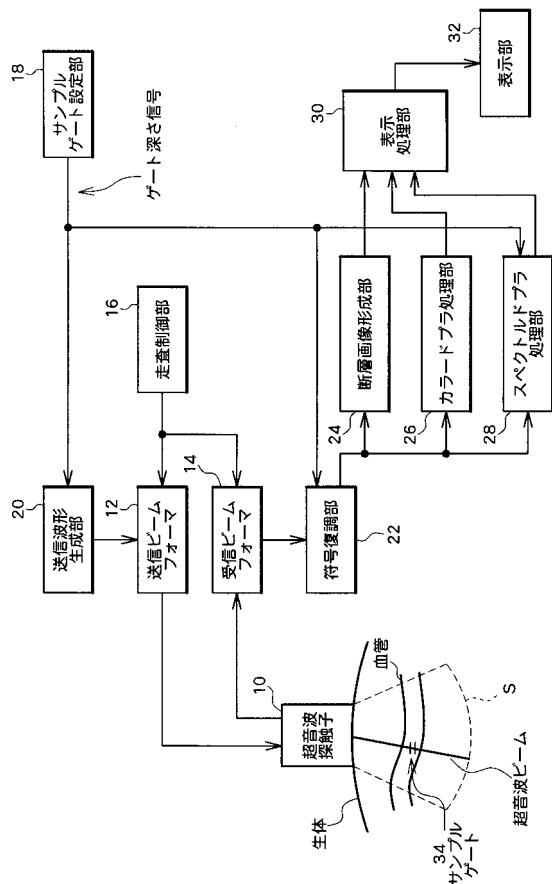
【図5】検波処理を説明するための図である。

【符号の説明】

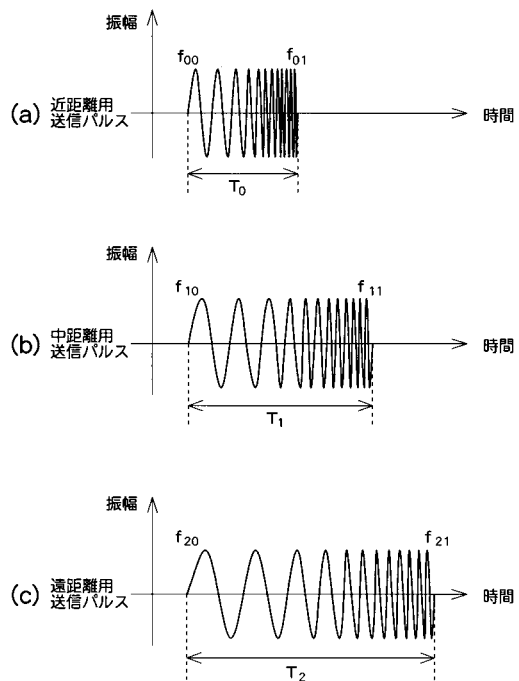
【0040】

18 サンプルゲート設定部、20 送信波形生成部、22 符号復調部、28 スペクトルドブラ処理部。

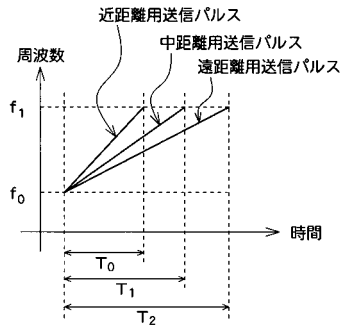
【図1】



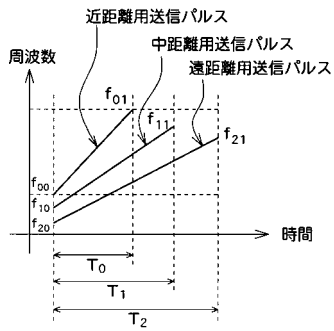
【図2】



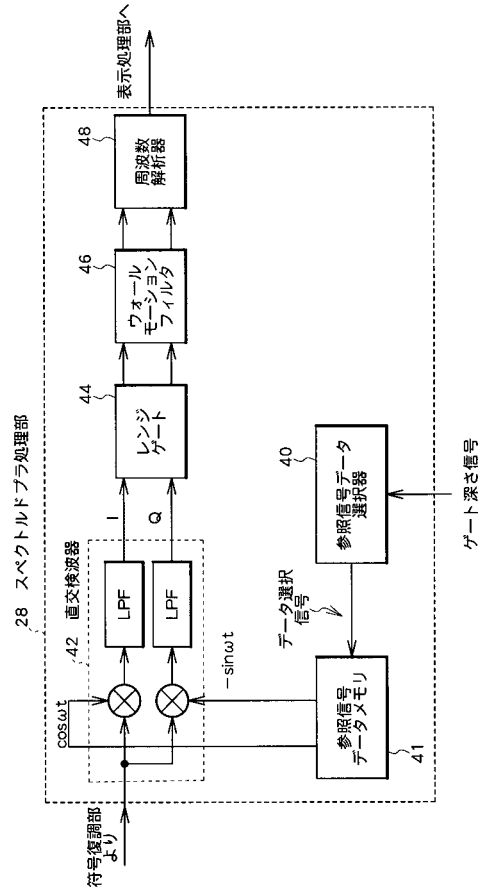
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 054850 (JP, A)
特開2002 - 345810 (JP, A)
特開平09 - 187457 (JP, A)
特開平05 - 237103 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/06

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP4369701B2	公开(公告)日	2009-11-25
申请号	JP2003278746	申请日	2003-07-24
[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		
当前申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司		
[标]发明人	佐藤比吕光 宫坂好一		
发明人	佐藤 比吕光 宫坂 好一		
IPC分类号	A61B8/06		
CPC分类号	G01S15/8959 G01S15/104 G01S15/8954 G01S15/8961		
FI分类号	A61B8/06		
F-TERM分类号	4C601/DE03 4C601/EE24 4C601/HH04 4C601/HH05 4C601/HH09 4C601/HH10 4C601/HH11 4C601/HH36 4C601/JB16 4C601/JB25 4C601/JB49 4C601/KK17		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
其他公开文献	JP2005040409A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过发送和接收具有对应于样本门位置的适当传输能量的超声波来获取多普勒信息。解决方案：传输波形生成部分20基于从采样门设置部分18输出的栅极深度信号，设置发送脉冲，以发送具有与采样门的深度相对应的能量的超声波。对发送脉冲进行码调制处理例如线性调频处理或二进制码调制处理。代码解调部分22执行与在发送波形生成部分20中执行的代码调制处理相对应的解调处理。频谱多普勒处理部分28通过对从代码输出的接收数据执行FFT操作来分析多普勒信息的频谱。解调部分22。Z

【 图 1 】

