

(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2005-40409

(P2005-40409A)

(43) 公開日 平成17年2月17日(2005.2.17)

(51) Int.Cl.⁷

A61B 8/06

F I

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 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-278746 (P2003-278746)	(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
(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
		(74) 代理人	100096976 弁理士 石田 純
		(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
		(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
		Fターム(参考)	4C601 DE03 EE24 HH04 HH05 HH09 HH10 HH11 HH36 JB16 JB25 JB49 KK17

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

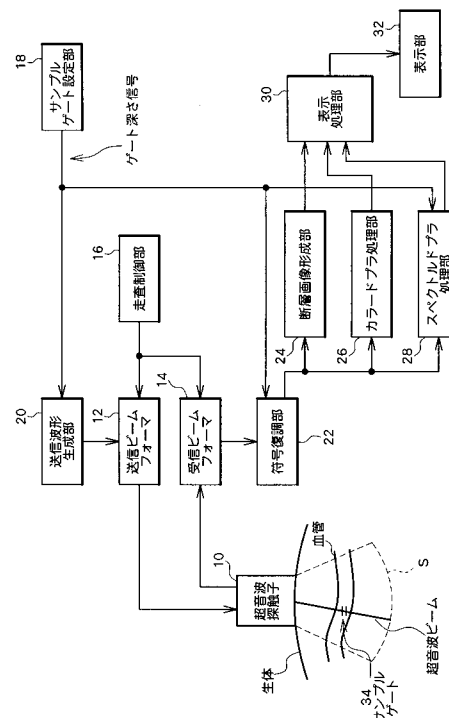
(57) 【要約】

【課題】 サンプルゲート位置に応じた適切な送信エネルギーで超音波を送受波してドプラ情報を取得する。

【解決手段】 送信波形生成部20は、サンプルゲート設定部18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エネルギーで超音波が送波されるように、送信パルスを設定する。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。符号復調部22は、送信波形生成部20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。スペクトルドブラ処理部28は、符号復調部22から出力される受信データに対してFFT演算を実行してドプラ情報の周波数スペクトラムを解析する。

。

【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、

を有する超音波診断装置。

10

【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する、ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

20

請求項 3 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 5】

請求項 3 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 6】

30

請求項 4 または 5 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 7】

請求項 5 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 8】

40

請求項 1 に記載の超音波診断装置であって、

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、

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であって、

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、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であって、

50

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】

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ブ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ブ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ブラ情報を抽出するドブラ処理手段と、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。

【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

10

20

30

40

50

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。 10

【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。

【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したDモード画像を形成するものとする。

【発明の効果】

20

【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。

【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。 30

【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ものでもよい。

【0017】

送信ビームフォーマ12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12は、後述する送信波形生成部20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14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。 40

【0018】

走査制御部16は、送信ビームフォーマ12および受信ビームフォーマ14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16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34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。

【0019】

50

サンプルゲート設定部 18 は、D モード用のサンプルゲート 34 を設定する回路である。サンプルゲート 34 は、例えば血管などに対してドブ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 34 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 18 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 10 のアレイ振動子の位置からサンプルゲート 34 までの距離である。

【0020】

送信波形生成部 20 は、送信ビームフォーマ 12 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 34 へ超音波ビームを形成する際、サンプルゲート 34 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。

10

【0021】

符号復調部 22 は、送信波形生成部 20 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 14 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 20 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。

20

【0022】

カラードブラ処理部 26 は、符号復調部 22 から出力される受信データに対してカラードブラ処理を実行する。カラードブラ処理とは、例えば血管の血流部分に相当する受信データから、ドブ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。カラードブラ処理部 26 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 30 に出力され、表示処理部 30 において、断層画像形成部 24 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、カラードブラ画像が形成される。

【0023】

スペクトルドブラ処理部 28 は、符号復調部 22 から出力される受信データに対して FFT 演算を実行し、ドブ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 30 に出力され、例えば、断層画像の隣に D モード画像が配置されて表示部 32 に表示される。

30

【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を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。

40

【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。

50

【 0 0 2 6 】

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。

【 0 0 2 7 】

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。 10

【 0 0 2 8 】

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。

【 0 0 2 9 】

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。 20

【 0 0 3 0 】

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。 30

【 0 0 3 1 】

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。

【 0 0 3 2 】

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。 40

【 0 0 3 3 】

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、 50

$f_{21} < f_{11} < f_{01}$ 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、各深さに応じた参照信号による検波処理が必要になる。

【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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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説明するための図である。

【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】

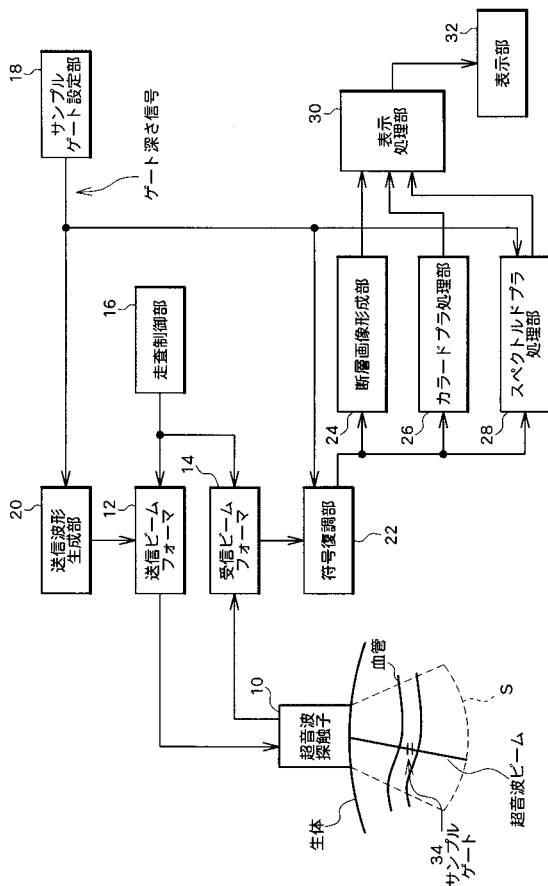
【0040】

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

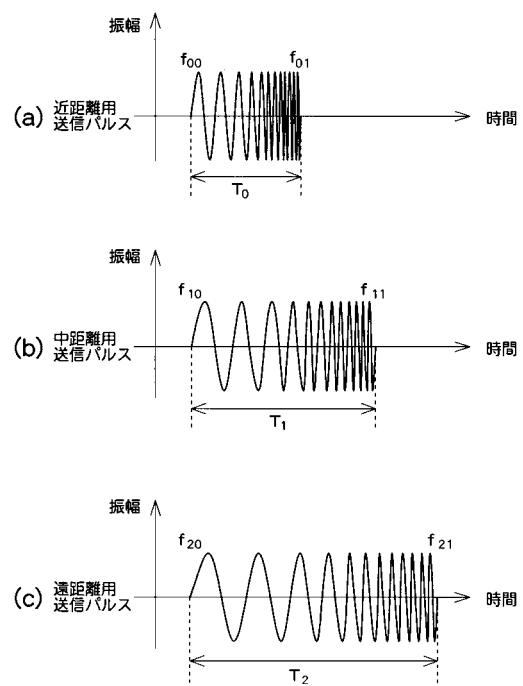
50

クトルドプラ処理部。

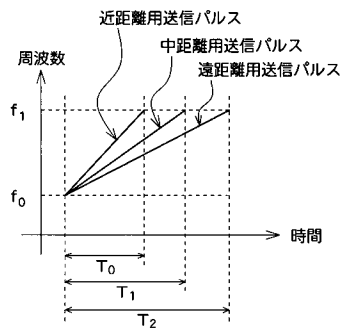
【 圖 1 】



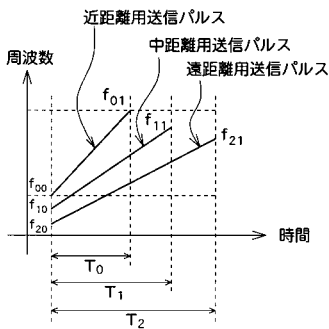
【 図 2 】



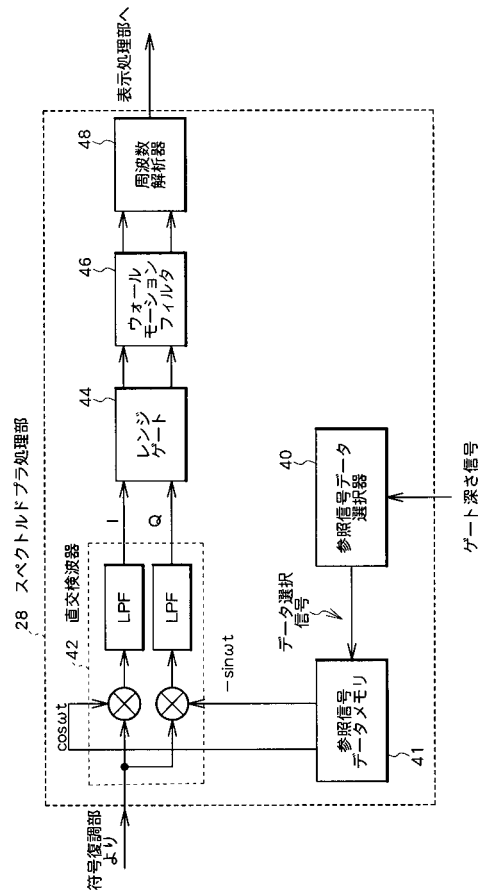
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



[illegible]