

(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2019-72428

(P2019-72428A)

(43) 公開日 令和1年5月16日(2019.5.16)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F1
A61B 8/00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 8 頁)

(21) 出願番号	特願2017-202778 (P2017-202778)	(71) 出願人	000112602
(22) 出願日	平成29年10月19日 (2017.10.19)		フクダ電子株式会社
			東京都文京区本郷3-39-4
		(74) 代理人	100076428
			弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(72) 発明者	光岡 亮
			東京都文京区本郷3-39-4 フクダ電
			子株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 EE13 EE14 LL40

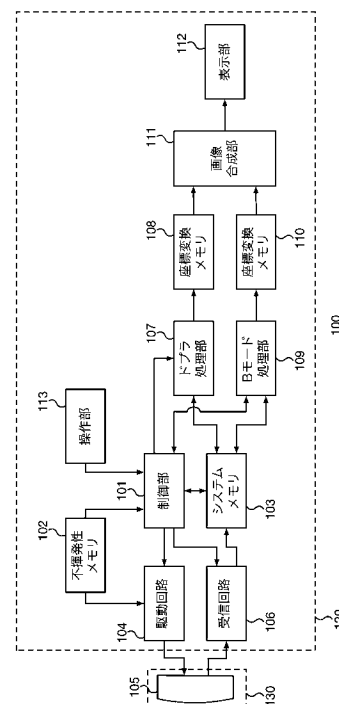
(54) 【発明の名称】 振動子駆動回路および超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】周波数の異なる基本波成分を有する超音波を生成するための、簡便な構成の振動子駆動回路を提供すること。

【解決手段】 振動子を駆動して超音波を発生させる振動子駆動回路である。振動子駆動回路は、搬送波によって変調波を周波数変調して得られる変調信号を近似して得られる2値または3値のパルス波形に基づく電圧パルスによって振動子を駆動する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動子を駆動して超音波を発生させる振動子駆動回路であって、

搬送波によって変調波を周波数変調して得られる変調信号を近似して得られる 2 値または 3 値のパルス波形に基づく電圧パルスによって前記振動子を駆動することを特徴とする振動子駆動回路。

【請求項 2】

前記搬送波の周波数および、前記搬送波の周波数と前記変調波の周波数の差が、前記振動子が発生する超音波の周波数帯域に含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の振動子駆動回路。

10

【請求項 3】

前記電圧パルスと、該電圧パルスと極性が反転した電圧パルスとを切り替えながら前記振動子を駆動することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動子駆動回路。

【請求項 4】

前記パルス波形が 3 値である場合、0 と、極性が異なり絶対値が異なる 2 つの値とを有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の振動子駆動回路。

【請求項 5】

前記パルス波形が 2 値である場合、0 と、正の値とを有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の振動子駆動回路。

【請求項 6】

前記パルス波形を表すデータを保存する記憶手段をさらに有し、
前記記憶手段から前記データを読み出し、前記データの値に応じた電圧を印加することによって前記振動子を駆動する、
ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の振動子駆動回路。

20

【請求項 7】

前記変調信号が、前記搬送波の周波数を f_c 、前記変調波の周波数を f_m 、変調指数を a 、初期位相角を θ としたとき、

$$T_x(f_m) = \cos(2\pi f_c t + a \sin(2\pi f_m t - \theta / 180))$$

で表されることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の振動子駆動回路。

30

【請求項 8】

前記変調指数および前記初期位相角が異なる複数の前記変調信号のそれぞれに対応するパルス波形を表すデータを保存する記憶手段と、

前記記憶手段に保存されているデータのうち 1 つを、設定に応じて選択する選択手段と、
をさらに有し、

前記選択手段が選択したデータを前記記憶手段から読み出し、該データの値に応じた電圧を印加することによって前記振動子を駆動する、
ことを特徴とする請求項 7 に記載の振動子駆動回路。

【請求項 9】

振動子と、

前記振動子を駆動する、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の振動子駆動回路と、

40

を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 10】

振動子を有する超音波診断装置の制御方法であって、

搬送波によって変調波を周波数変調して得られる変調信号を近似して得られる 2 値または 3 値のパルス波形に基づく電圧パルスによって前記振動子を駆動して、前記振動子に超音波を発生させる駆動工程を有することを特徴とする超音波診断装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は振動子駆動回路に関し、特に振動子に複数の基本周波数成分を含んだ超音波を発生させるための振動子駆動回路に関する。本発明はまた、振動子駆動回路を用いる超音波診断装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

超音波診断装置は体表面から体内に向けて超音波を送信し、反射波を計測することによって体内の組織を観察したり、血流速度などを測定したりする装置である。また、距離分解能に関しては超音波の周波数が高い方が有利である一方、深部到達度（ペネトレーション）に関しては超音波の周波数が低い方が有利であるというトレードオフの関係があることが知られている。

10

【 0 0 0 3 】

低い周波数の超音波の高調波（ハーモニクス）を用いて、深部における距離分解能を向上させる手法（THI：Tissue Harmonics Imaging）が知られている。また、THIの画質を改善するため、周波数の異なる基本波成分（周波数 f_1 、 f_2 （ $f_2 > f_1$ ））を含んだ超音波を送信し、反射波に含まれる基本波成分の2倍高周波成分（周波数 $2f_1$ ）と差音成分（周波数 $f_2 - f_1$ ）を用いることが知られている（特許文献1）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

20

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 2 9 8 6 2 0 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 3 1 9 1 7 7 号 公 報（図 5）

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

周波数の異なる基本波成分を有する超音波を送信する場合、例えば特許文献2に記載されるような振幅変調を利用する場合には、絶対値の異なる複数の電源を始めとした複雑な構成の駆動回路が必要となるため、小型化には適していない。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みなされたものであり、その主な目的は、周波数の異なる基本波成分を有する超音波を生成するための、簡便な構成の振動子駆動回路を提供することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

上述の目的は、振動子を駆動して超音波を発生させる振動子駆動回路であって、搬送波によって変調波を周波数変調して得られる変調信号を近似して得られる2値または3値のパルス波形に基づく電圧パルスによって振動子を駆動することを特徴とする振動子駆動回路によって達成される。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

40

このような構成により、本発明によれば、周波数の異なる基本波成分を有する超音波を生成するための、簡便な構成の振動子駆動回路を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る駆動回路を用いた超音波診断装置の模式的な機能ブロック図である。

【 図 2 】 実施形態に係る駆動回路が出力する電圧パルスとその基となる周波数変調信号の波形の例を示す図である。

【 図 3 】 実施形態に係る駆動回路が出力する電圧パルスとその基となる周波数変調信号の波形の別の例を示す図である。

50

【図４】実施形態に係る駆動回路が出力する電圧パルスとそれによって発生する超音波の周波数スペクトル、反射波の波形および周波数スペクトルの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、図面を参照して本発明をその例示的な実施形態に基づいて詳細に説明する。

図１は、本発明に係る超音波診断装置の構成例を表わすブロック図である。超音波診断装置１００は、本体１２０と、本体１２０に着脱可能な超音波プローブ１３０とから構成される。超音波診断装置１００の機能は制御部１０１が各部の動作を制御することによって実現される。制御部１０１は例えばプログラマブルプロセッサを有し、不揮発性メモリ１０２に記憶されたプログラムをシステムメモリ１０３に読み込んで実行し、超音波診断装置１００の各部の動作を制御する。なお、制御部１０１は処理の一部にＡＳＩＣやＡＳＳＰなどのハードウェア回路を利用してもよい。

10

【００１１】

例えば書き換え可能な不揮発性メモリ１０２は、制御部１０１が実行するためのプログラム、ＧＵＩデータ、超音波診断装置１００の各種の設定値などを記憶する。なお、駆動回路１０４が超音波プローブ１３０の有する振動子１０５を駆動するために用いるパルス状電圧を生成するための波形パターンを表すデータ（駆動波形パターンデータ）も不揮発性メモリ１０２に記憶されている。

【００１２】

システムメモリ１０３は制御部１０１がプログラムを読み込んで実行するために用いたり、受信信号のバッファとして用いられったりするメモリである。

20

【００１３】

駆動回路１０４（振動子駆動回路）は、不揮発性メモリ１０２に保存されている複数の駆動波形パターンデータのうち、制御部１０１が選択した駆動波形パターンデータを不揮発性メモリ１０２から読み出す。そして、駆動回路１０４は、読み出した駆動波形パターンデータに基づいてパルス状の駆動電圧を生成し、プローブ内の振動子１０５に印加することによって振動子１０５を駆動する。

【００１４】

超音波プローブ１３０が有する振動子１０５は圧電素子のような電気機械変換素子であり、駆動回路１０４から印加される電圧によって超音波を発生（送信）する。また、振動子１０５は、受信した振動を電気信号（観測信号）に変換して出力する。なお、ここでは説明および理解を容易にするために振動子１０５の詳細については説明を省略するが、通常、プローブには複数の振動子が例えば１次元または２次元的に配列され、駆動回路１０４は計測の種類や設定、スキャン方法などに応じたタイミングで複数の振動子を別個に駆動する。

30

【００１５】

受信回路１０６は、超音波プローブ１３０の振動子１０５が出力する観測信号に対し、ノイズ低減、増幅、Ａ／Ｄ変換、加算などの処理を実行し、反射波データとしてシステムメモリ１０３に保存する。なお、各振動子の受信信号の遅延時間を制御して加算することにより、受信信号のフォーカスを高めることができる。

40

【００１６】

ドブラ処理部１０７は、システムメモリ１０３に保存された反射波データに対し、例えば連続波ドブラ法、パルスドブラ法、カラードブラ法（ＣＦＭ(Color Flow Mapping)とも呼ばれる）、パワードブラ法などに対応した信号処理を行うことができる。システムメモリ１０３に保存された反射波データのうち、ドブラ法に基づく表示を行う走査線の反射波データが保存されているアドレスは例えば制御部１０１からドブラ処理部１０７に与えられる。ドブラ処理部１０７は対象の走査線について、血流速度を表す画像（波形図や血流速度を表す画像）を生成し、座標変換メモリ１０８に保存する。

【００１７】

Ｂモード処理部１０９は、システムメモリ１０３に保存された反射波データに対してＢ

50

モード（反射波の強さを輝度で表すモード）に対応した信号処理を行うことができる。システムメモリに保存された反射波データのうち、Bモードでの表示を行う走査線の反射波データが保存されているアドレスは例えば制御部101からBモード処理部109に与えられる。Bモード処理部109は対象の走査線ごとに、深さと反射波の強さとの関係を表す画像を生成し、座標変換メモリ110に保存する。

【0018】

座標変換メモリ108および110は、ドブラ処理部107およびBモード処理部109が走査線単位で生成する深さ方向の1次元画像を、ラスタースキャン方式の表示部112において2次元画像として表示するための座標変換に用いられる。なお、座標変換メモリ108および110は別個のブロックとして記載しているが、1つのメモリ空間内の異なるアドレスブロックとして実装されてもよい。

10

【0019】

画像合成部111は、座標変換メモリ108および110に記憶されている画像を読み出し、設定に従ったフォーマットを有する表示用画像を生成し、表示部121に出力する。例えばCFM表示を行う場合には、座標変換メモリ110から読み出したBモード画像に、座標変換メモリ108から読み出したCFM画像を合成した表示用画像を生成する。また、パルスドブラ法による表示を行う場合には、座標変換メモリ110から読み出したBモード画像と、座標変換メモリ108から読み出したFFT波形像とを並べた表示用画像を生成する。表示用画像のフォーマットは計測モードやユーザ設定に応じて定まる。

【0020】

表示部112は例えばタッチディスプレイである。表示部112は外部装置であってもよい。

20

【0021】

操作部113は、ユーザが超音波診断装置100に指示を入力するためのボタン、スイッチ、ダイヤルなどの入力デバイス群である。表示部112がタッチディスプレイの場合、タッチパネル部分は操作部113に含まれる。

【0022】

次に、本実施形態の駆動回路104が振動子105を駆動するために用いる駆動電圧に関して説明する。駆動回路104は、振動子105から周波数の異なる複数の基本波成分を含んだ超音波を送信するため、複数の基本波信号を合成した信号の波形に基づく電圧値のパターンを有するパルス状電圧によって振動子105を駆動する。

30

【0023】

ここで駆動回路104は、複数の基本波信号を合成した信号の波形に基づく電圧値のパターンを1種類の電源によって実現するため、周波数変調を利用する。具体的には、駆動回路104は、搬送波によって変調波を周波数変調して得られる変調信号を近似して得られる、2値または3値のパルス波形を有する電圧によって振動子105を駆動する。

【0024】

ここで、搬送波の周波数を f_c 、変調波の周波数を f_m 、変調指数を a 、初期位相角を $[\deg]$ としたとき、変調信号 $T_x(f_m)$ は以下の式(1)で表される。

$$T_x(f_m) = \cos(2\pi f_c t + a \sin(2\pi f_m t - \theta) / 180) \dots (1)$$

40

【0025】

図2(a)は、 $f_c = 5.0 \text{ MHz}$ 、 $f_m = 2.8 \text{ MHz}$ 、 $a = 1.6$ 、 $\theta = 135^\circ$ のときの式(1)で表される変調信号の波形（正規化後） $\text{norm_}T_x(f_m)$ と、正規化後の変調信号を近似した3値のパルス信号 $\text{PLS}(f_m)$ とを示している。

【0026】

ここで、変調信号を近似したパルス信号は、例えば以下の様にして得る事ができる。

まず、変調信号の最大絶対値を求める。そして、変調信号の値を最大絶対値で除算することにより、 -1.0 から $+1.0$ の範囲に正規化した変調信号 $\text{norm_}T_x(f_m)$ を生成する。

50

【 0 0 2 7 】

次に、正規化変調信号 $norm_Tx(fm)$ を閾値によって、3 値のパルス信号 $PLS(fm)$ に変換する。

例えば、閾値を ± 0.4 とした場合、

$$PLS(fm) = +0.7 \quad (+0.4 \leq norm_Tx(fm) < +1.0)$$

$$PLS(fm) = 0 \quad (-0.4 \leq norm_Tx(fm) < +0.4)$$

$$PLS(fm) = -0.7 \quad (-1.0 \leq norm_Tx(fm) < -0.4)$$

とすることができる。なお、 0.7 は便宜的な値であり、他の値としてもよい。閾値の値は周波数帯域に応じて適宜定めることができる。

【 0 0 2 8 】

10

図 2 (b) は、正規化変調信号 $norm_Tx(fm)$ とそれを近似したパルス信号 $PLS(fm)$ の周波数スペクトルを示している。いずれも、搬送波の周波数 fc (第 2 基本波)、搬送波と変調波の周波数の差分 $fc - fm$ (第 1 基本波)、搬送波と変調波の周波数の和 $fc + fm$ (第 3 基本波) の成分を含んでいる。また、近似によって周波数スペクトルが大きく変化していないことが分かる。

【 0 0 2 9 】

なお、周波数変調により、搬送波周波数 fc と、搬送波周波数 \pm 変調波周波数 ($fc \pm fm$) の 3 つの基本波成分が含まれる変調信号が得られる。そのため、振動子 105 の出力周波数帯域に基本波成分の 2 つ以上が含まれるように搬送波周波数 fc および変調波周波数 fm を決定する。振動子の出力周波数帯域とは、振動子の中心周波数のパワーから 3

20

【 0 0 3 0 】

また、変調指数 a を調整することにより、第 1 ~ 第 3 基本波の振幅比を調整することができる。例えば、振動子の帯域内に含まれる基本波の振幅の差が小さくなるように変調指数 a を定めることができる。また、初期位相角 θ を調整することにより、時間軸上の波形の分布を調整することができる。例えば、各送信波形の時間軸上の中央付近の周波数が低くなるように初期位相角 θ を定めることができる。

【 0 0 3 1 】

変調指数 a および初期位相角 θ の最適値は観測する臓器や深さによって異なる。また、振動子 105 の周波数帯域はプローブの種類によって異なる。そのため、想定される振動子 105 の周波数帯域に応じた fc と fm の複数の組み合わせのそれぞれについて、変調指数 a および初期位相角 θ の複数の組み合わせに対応した近似パルス信号 $PLS(fm)$ のパターン ($+0.7, 0, -0.7$ の値のシーケンス) を求め、パターンを表すデータを不揮発性メモリ 102 に記憶しておく。

30

【 0 0 3 2 】

制御部 101 は、計測モードやユーザによる指示に基づいた設定に従って、不揮発性メモリ 102 に保存された $PLS(fm)$ のデータの中から 1 つを選択し、選択したデータを特定する情報 (例えば開始アドレス) を駆動回路 104 に通知する。

【 0 0 3 3 】

駆動回路 104 は、通知された情報に従って $PLS(fm)$ のデータを不揮発性メモリ 102 から読み出す。そして、 $PLS(fm)$ のデータが表すパターンに応じた電圧で振動子 105 を駆動する。ここで、駆動回路 104 は、データの $+0.7$ を正電圧、 0 を接地電位、 -0.7 を正電圧と絶対値が等しい負電圧に対応付けて、振動子 105 を駆動する電圧パルスを生成することができる。この場合、振動子 105 の駆動に必要な電源の数は 2 つで済む。また、極性が異なるだけで電圧の絶対値は等しくてよいので、電源回路が複雑化することを抑制できる。

40

【 0 0 3 4 】

なお、上述の例では、正規化後の変調信号 $norm_Tx(fm)$ を 3 値のパルス信号に変換したが、2 値のパルス信号 $PLS(fm)$ に変換してもよい。

例えば、閾値を 0 とした場合、

50

$$P L S (f m) = + 1 . 4 \quad (0 < n o r m _ T x (f m) \leq + 1 . 0)$$

$$P L S (f m) = 0 \quad (- 1 . 0 \leq n o r m _ T x (f m) < 0)$$

とすることができる。なお、1.4は3値に近似した例の+0.7および-0.7との関係を示すための便宜的な値であり、他の値としてもよい。この場合、正電圧の電源が1つあれば足りるため、3値に近似する場合よりも駆動回路104を簡便に構成することができる。

【0035】

図3(a)、(b)は $f_c = 5.0 \text{ MHz}$ 、 $f_m = 2.8 \text{ MHz}$ 、 $a = 1.6$ 、 $\theta = 135^\circ$ のときの正規化後の変調信号 $norm_Tx(fm)$ と、それを近似した2値のパルス信号 $PLS(fm)$ の波形および周波数スペクトルを示している。3値に近似した場合と比較すると、周波数スペクトルの再現性がやや劣るが、振動子の出力周波数帯域においては十分良好な再現性が得られている。

10

【0036】

なお、特許文献1に記載されているような、反射波に含まれる基本波成分の差分と高周波成分とを用いて画像を生成する場合、駆動回路104は $PLS(fm)$ のデータの正負(極性)を反転した $-PLS(fm)$ のデータに基づく電圧パルスをさらに生成する。例えば駆動回路104は、極性の反転した2つの電圧パルスを切り替えながら振動子105を駆動する。

【0037】

図4(a)および(b)は、 $f_c = 5.0 \text{ MHz}$ 、 $f_m = 2.8 \text{ MHz}$ 、 $a = 1.2$ 、 $\theta = 65^\circ$ のときの $+PLS(fm)$ と $-PLS(fm)$ の波形およびその周波数特性をそれぞれ示している。 $+PLS(fm)$ 、 $-PLS(fm)$ とも、第1基本波(周波数 $f_1 (= f_c - f_m)$)、第2基本波(周波数 $f_2 (= f_c)$)、第3基本波(周波数 $f_3 (= f_c + f_m)$)の成分を有している。

20

【0038】

振動子を水中に配置し、距離約9.2cmに配置した金属板ターゲットに向けて $+PLS(fm)$ と $-PLS(fm)$ を交互に4回振動子に印加し、 $+PLS(fm)$ の反射波を加算して受信信号 $+Rx(fm)$ を、 $-PLS(fm)$ の反射波を加算して受信信号 $-Rx(fm)$ を生成した。 $+Rx(fm)$ 、 $-Rx(fm)$ 、および $+Rx(fm)$ と $-Rx(fm)$ との加算信号の波形と、加算信号の周波数スペクトルを図4(c)に示す。

30

【0039】

なお、第3基本波は振動子の帯域外であるため、実際にはほとんどが送信されない。 $+Rx(fm)$ と $-Rx(fm)$ とを加算した加算信号では、基本波成分が相殺され、差音成分(周波数 $f_2 - f_1 (= f_m)$)と2次高調波(周波数 $2f_1 = 2 \times (f_c - f_m)$)とを多く含んでいることがわかる。従って、本実施形態に係る駆動回路104は、THIの実施にも好適に利用できる。

【0040】

以上説明したように、本実施形態に係る振動子駆動回路によれば、周波数変調した信号を近似した2値または3値のパルス波形に基づく電圧パルスによって振動子を駆動することにより、複数の基本波成分を含んだ超音波を1つまたは2つの電圧で発生させることができる。そのため、回路の小型化および低コスト化に有利である。また、複数の基本波の差音成分と2次高調波成分を含んだ受信信号を容易に得ることが可能であるため、THIの実施にも好適である。

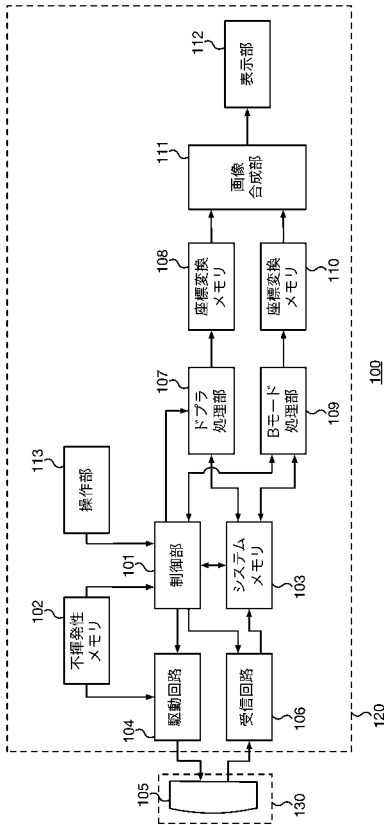
40

【符号の説明】

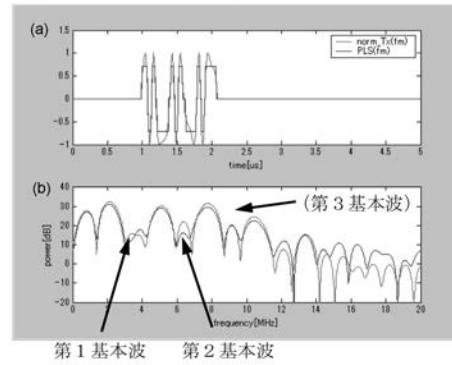
【0041】

100...超音波診断装置、101...制御部、102...不揮発性メモリ、103...システムメモリ103、104...駆動回路、121...表示部。

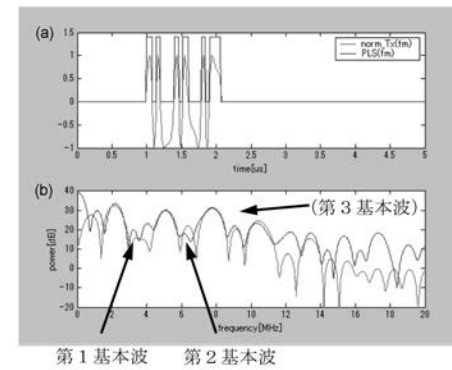
【図 1】



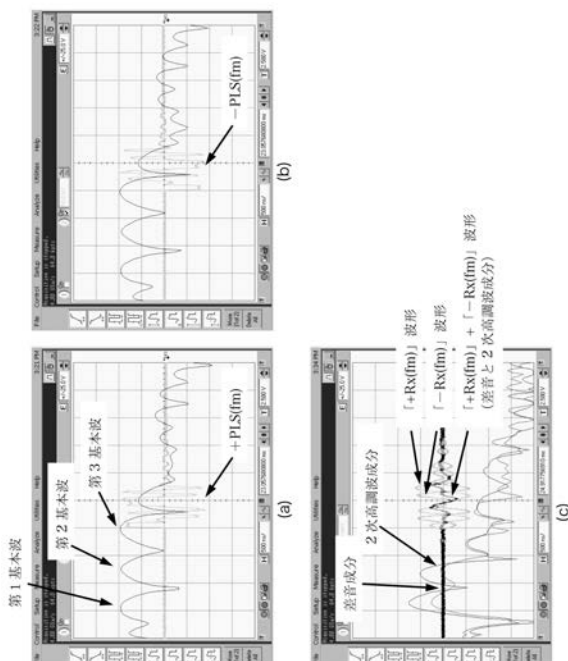
【図 2】



【図 3】



【図 4】



专利名称(译)	振荡器驱动电路和超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2019072428A	公开(公告)日	2019-05-16
申请号	JP2017202778	申请日	2017-10-19
[标]申请(专利权)人(译)	福田电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	福田电子株式会社		
[标]发明人	光岡亮		
发明人	光岡 亮		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE13 4C601/EE14 4C601/LL40		
代理人(译)	大冢康弘		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种振荡器驱动电路，具有用于产生具有频率不同的基波分量的超声波的简单配置。 解决方案：振荡器驱动电路通过驱动振荡器产生超声波。振荡器驱动电路利用基于二进制或三进制脉冲波形的电压脉冲驱动振荡器，该二进制或三进制脉冲波形是通过近似通过用载波对调制波进行频率调制而获得的调制信号而获得的。 [选图]图1

