

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4942290号
(P4942290)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-173588 (P2004-173588)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成16年6月11日(2004.6.11)		ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー
(65) 公開番号	特開2005-663 (P2005-663A)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・710・3000
(43) 公開日	平成17年1月6日(2005.1.6)		
審査請求日	平成19年6月4日(2007.6.4)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	10/459,850		弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日	平成15年6月12日(2003.6.12)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチレベル超音波パルスの生成方法及び同パルスを用いた診断用超音波画像の生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部にスイッチネットワークを有する超音波プローブから超音波パルスを生成するための方法であって、

一連のパルスを含むマルチレベルのパルスシーケンス(206)を生成する段階と、各パルスの振幅を、正の非ゼロ電圧、負の非ゼロ電圧、及び前記正及び負の非ゼロ電圧の中間値を有する中間レベル電圧(220から225)のうちの少なくとも1つとなるように制御する制御段階と、

前記一連のパルスを、ガウス波形(208)及びチャープ波形(262)の1つに近似させるように変調する変調段階と、

を具備し、

前記一連のパルスが、連続する同じ極性の2つのパルスを有する第1のパルスと、前記第1のパルスとは逆の極性の連続する2つのパルスを有する第2のパルスと、前記第1のパルスとは逆の極性の第3のパルスとを含むように、前記一連のパルスを変調する段階を更に含む

ことを特徴とする方法。

【請求項2】

内部にスイッチネットワークを有する超音波プローブを用いて診断用超音波画像を生成する方法であって、

少なくとも正パルスと、負パルスと、前記正及び負パルスとは異なり且つ前記正及び負

パルス間の電圧レベルを有する中間レベル(220から225)とを含む一連のパルスを含むマルチレベルパルスシーケンス(206)を生成する段階と、

前記一連のパルスを、所望の波形に近似するための段階的パルス幅変調を用いて、多重パルス幅を含むように変調する段階と、

前記一連のパルスに基づくエコー信号を受信する段階と、

前記受信エコー信号に基づく超音波画像を生成する段階と、を含み、

前記一連のパルスが、連続する同じ極性の2つのパルスを有する第1のパルスと、前記第1のパルスとは逆の極性の連続する2つのパルスを有する第2のパルスと、前記第1のパルスとは逆の極性の第3のパルスとを含むように、前記一連のパルスを変調する段階を更に含む方法。

10

【請求項3】

所望の波形は、ガウス波形(208)であることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、診断用超音波システムに関する。詳細には、本発明は、所望の送信スペクトルに近似する超音波パルスシーケンスを生成するための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波システムは、身体内の多くの異なる組織及び器官の診断用超音波画像を生成するために使用される。しかしながら、超音波信号は、該信号が組織内により深く伝わるにつれて次第に減衰する。ガウス波形のような、特定の信号波形は、組織によって引き起こされる周波数依存の減衰を受ける場合であっても、波形がこのスペクトルを維持するので好ましい。例えば、肝組織からのエコーは、波形の中心周波数において深度依存のダウンシフトを示すことになる。送信パルスのスペクトルによっては、大きい深度から発生するエコーにおいて帯域幅が失われる。ガウス波形は、こうした帯域幅の損失を示さないことはよく知られている。

20

【0003】

これまで、多くの超音波システムは、超音波パルスを生成するためにバイポーラ送信器を用いてきた。これらの送信器は通常、中間のゼロ部分がない矩形波のような正及び負パルスのシーケンスによって定められる波形を生成する。バイポーラ送信器は、製造費用が高価でなく、制御が簡単であるが、生成可能なパルスのスペクトルに限界を有する。また、バイポーラ波形のパルス幅変調は、音響出力の制御のためにも使用されてきた。このことは、ベースバイポーラ送信波形の正及び負パルスの全ての持続時間を同じ割合で減少させることにより行われると共に、パルス間にゼロ部分を挿入することによって波形の周波数が維持される。これは、送信パルスの振幅を低減すると共に、トランスデューサの通過域内でのパルスのスペクトルは実質的には変化しない。これまでは、この形式のパルス幅変調波形の使用は、正規のバイポーラ波形を用いるB-モード・イメージングでの同時(二重又は三重)操作におけるカラーフロー又はPWドップラー操作に限定されていた。

30

40

【0004】

送信アポダイゼーションにおいて、送信パルスの振幅は通常、アレイの中心に対してアレイの縁部に向かって段階的に小さくされる。これは、送信ビームのサイドローブを減少させることによって行われる。従って、段階的パルス幅変調をアレイの縁部に向かって使用して、実質的にスペクトルを変化せずにパルスの見掛け上の振幅を減少させるようにされていた。しかしながら、これまでは、送信アポダイズ化波形のスペクトルは、従来型のバイポーラ波形のスペクトルに限定された。すなわち、アレイの中心部分の波形は、常に、中間にゼロ部分を有さない従来型のバイポーラパルスであった。従って、多くの所望の信号波形をうまく近似することができなかった。

【0005】

50

例証としてのみであるが、図15には従来型のパルサ170が示されている。パルサ170は、2つのスイッチ、スイッチSW1₁172及びスイッチSW2₁174を有する。正の高電圧+V₁は、スイッチSW1₁172の一方端に接続される入力176に供給される。負の高電圧-V₁は、スイッチSW2₁174の一方端に接続される入力178に供給される。接地186に接続される抵抗184は、スイッチ172及びスイッチ174の何れもが閉じられていないときに、波形を接地にプルダウンする機能を提供する。コントローラ180は、スイッチSW1₁172及びスイッチSW2₁174を制御して、出力182上に出力波形を生成する。残念なことに、パルス幅変調に必要とされる短い遷移時間を与えるために、抵抗184を小さな値にすることが要求され、これは大きな損失につながる。

10

【0006】

他の超音波システムは、例えばガウス波形に近似させるために、32の異なる電圧レベルを提供するといった任意の信号波形に近似するパルスシーケンスを作成するために多数の電圧レベルを用いていた。しかしながら、多重電圧源の使用は、実装コストが高い。これらの形式の送信器はまた効率が低く、従って、消費電力が大きい。その結果、上述のシステムは実装及び維持にコストがかかり非効率的である。

【特許文献1】米国特許出願公開第2004/0039283号

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

20

従って、上述の問題及びこれまでに経験された他の問題を解決する、所望の波形に近似する出力パルスシーケンスを生成するためのシステム及び方法が望まれている。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

超音波信号を生成するための方法は、一連のパルスを含むマルチレベルのパルスシーケンスを作成する段階と、正の非ゼロ電圧、負の非ゼロ電圧、及び中間レベル電圧のうちの少なくとも1つであるように各パルスの振幅を制御する段階を含む。中間レベル電圧は、正及び負の非ゼロ電圧に対して評価されるものである。

【0009】

診断用超音波画像を生成する方法は、一連のパルスを含むマルチレベルのパルスシーケンスを生成する段階を含む。一連のパルスは、少なくとも正パルス、負パルス、及び中間レベルを含む。中間レベルは、正及び負レベルとは異なり、且つ正及び負パルス間の電圧レベルを有している。この方法は、一連のパルスに基づくエコー信号を受信する段階と、受信されたエコー信号に基づく超音波画像を生成する段階を含む。

30

【0010】

超音波パルサは、第1、第2及び第3の電圧レベルを受信するように構成された入力ノード、超音波トランスデューサに接続されるように構成された出力ノード、及び該入力及び出力ノードを相互接続するスイッチネットワークを備える。スイッチネットワークは、出力ノードで一連のパルスを含むマルチレベルのパルスシーケンスを生成する。一連のパルスは、それぞれ3つの異なる振幅を有する少なくとも3つのパルスを含む。振幅は、

40

【0011】

超音波システムは、関心領域に超音波信号を送信し、関心領域からの信号を受信するトランスデューサと、一連のパルスを含むマルチレベルパルスシーケンスを用いて該トランスデューサを駆動する送信器とを含む。一連のパルスは、少なくとも正パルス、負パルス、及び正及び負パルスと異なり正及び負パルス間にある中間レベルを含む少なくとも3つの異なる振幅を含む。システムは、トランスデューサによって受信されたエコー信号を処理するプロセッサと、処理されたエコー信号に基づく超音波情報を出力する出力部とを含む。

50

【 0 0 1 2 】

上述及び本発明の特定の実施形態の以下の詳細な説明は、添付の図面に関連して読むとより良く理解されるであろう。しかしながら、本発明は添付図面に示される構成及び手段に限定されるものではない点は理解されたい。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

図 1 には、本発明の実施形態に従って形成された超音波システム 100 のブロック図が示されている。超音波システム 100 は、プローブ 106 内部のトランスデューサ 104 を駆動してパルス化された超音波信号を身体内に放射する送信器 102 を含む。種々の幾何学的配置を使用することができる。超音波信号は、血球又は筋肉組織のような身体内の構造体から後方散乱されて、トランスデューサ 104 に戻るエコーを生成する。エコーは、受信器 108 によって受信される。受信されたエコーは、ビームフォーマ 110 を通過し、該ビームフォーマはビーム形成を行い RF 信号を出力する。次いで、RF 信号は RF プロセッサ 112 を通過する。或いは、RF プロセッサ 112 は複合型復調器（図示せず）を含むことができ、該復調器は RF 信号を復調して、エコー信号を表す IQ データペアを形成する。次いで、RF 又は IQ 信号データは、一時記憶のために RF / IQ バッファ 114 に直接送ることができる。

【 0 0 1 4 】

また、超音波システム 100 は、収集された超音波情報（すなわち RF 信号データ又は IQ データペア）を処理し、表示システム 118 上への表示のための超音波情報のフレームを作成する信号プロセッサ 116 を含む。信号プロセッサ 116 は、収集された超音波情報に対して複数の選択可能な超音波診断装置により 1 つ又はそれ以上の処理操作を実行するように適合されている。収集された超音波情報は、エコー信号が受信されると走査段階の間にリアルタイムで処理することができる。加えて又はこれに替わって、超音波情報を走査段階の間に RE / IQ バッファ 114 内に一時的に格納して、リアルタイムで即時に、又はオフライン操作で処理することができる。

【 0 0 1 5 】

超音波システム 100 は、人間の眼のほぼ知覚速度である毎秒 50 フレームを超えるフレームレートで超音波情報を連続的に収集することができる。収集された超音波情報は、表示システム 118 上にこれよりも遅いフレームレートで表示される。即時表示する予定のない収集された超音波情報の処理済みフレームを格納するために画像バッファ 122 を含む。好ましくは、画像バッファ 122 は、少なくとも数秒間に値する超音波情報のフレームを格納するのに十分な容量のものである。超音波情報のフレームは、順序又は収集時間による取り出しを容易にするような方法で格納される。画像バッファ 122 は、既知の何らかのデータ記憶媒体を含むことができる。

【 0 0 1 6 】

図 2 には、本発明の 1 つの実施形態に従って形成された超音波システムが示されている。該システムは、送信器 12 及び受信器 14 に接続されたプローブ 10 を含む。プローブ 10 は、超音波パルスを送信し、走査された超音波ボリューム 16 の内部構造体からのエコーを受信する。メモリ 20 は、受信器 14 からの走査された超音波ボリューム 16 由来の超音波データを格納する。ボリューム 16 は、様々な技法（例えば、3D 走査、リアルタイム 3D イメージング、ボリューム走査、位置センサを有するトランスデューサを用いた 2D 走査、ボクセル相関技法を用いるフリーハンド走査、2D 又はマトリックスアレイトランスデューサ、など）によって得ることができる。

【 0 0 1 7 】

トランスデューサ 10 は、関心領域（ROI）を走査しながら、直線状又はアーク状などの経路に沿って移動する。トランスデューサ 10 は、直線状又はアーク状の各位置において走査平面 18 を取得する。走査平面 18 は、隣接する走査平面 18 のグループ又はセットからのような厚みに関して収集される。走査平面 18 はメモリ 20 内に格納され、次いでボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）42 に移される。幾つかの実施形態に

10

20

30

40

50

おいては、トランスデューサ 10 は、走査平面 18 ではなくラインを取得することができ、メモリ 20 は、走査平面 18 でなく、トランスデューサ 10 によって得られた直線を格納することができる。ボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）20 は、走査平面 18 でなく、トランスデューサ 10 によって得られたラインを格納することができる。ボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）42 は、制御入力 40 からスライス厚み設定を受信し、走査平面 18 から生成されることになるスライスの厚みを識別する。ボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）42 は、複数の隣接する走査平面 18 からデータスライスを生成する。各データスライスを形成するために取得される隣接する走査平面 18 の数は、スライス厚み制御入力部 40 によって選択された厚みによって定まる。データスライスは、スライスメモリ 44 内に格納され、ボリュームレンダリングプロセッサ 46 によってアクセスされる。ボリュームレンダリングプロセッサ 46 は、データスライスに関してボリュームレンダリングを実行する。ボリュームレンダリングプロセッサ 46 の出力は、ビデオプロセッサ 50 及び表示装置 67 に移される。

10

【0018】

各エコー信号サンプル（ボクセル）の位置は、幾何学的精度（すなわち 1 つのボクセルから次のボクセルまでの距離）及び超音波応答（及び該超音波応答から導かれる値）に関して定められる。好適な超音波応答には、グレイスケール値、カラーフロー値、及びアンギオ又はパワー・ドップラー情報が含まれる。

【0019】

図 3 には、1 つの実施形態による図 1 のシステムによって収集されるリアルタイム 4 D ボリューム 16 が示される。ボリューム 16 は、角度 26 で互いから広がる半径方向境界 22 及び 24 を有する扇形断面を含む。プローブ 10 は、縦方向に超音波ファイヤリングを電子的に集束し導いて、各走査平面 18 の隣接する走査ラインに沿って走査し、横方向に超音波ファイヤリングを電子的又は機械的に集束し導いて、隣接する走査平面 18 を走査する。図 2 に示すように、プローブ 10 によって得られた走査平面 18 はメモリ 20 に格納され、ボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）42 によって極座標からデカルト座標に走査変換される。多重走査平面を備えるボリュームは、ボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）42 から出力され、レンダリングボックス 30 としてスライスメモリ 44 に格納される（図 2）。

20

【0020】

スライスメモリ 44 内のレンダリングボックス 30 は、多重隣接画像平面 34 から形成される。

30

【0021】

レンダリングボックス 30 は、操作者によってスライス厚み 32、幅 36 及び高さ 38 を有するような大きさに定めることができる。ボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）42 は、スライスの厚みパラメータを調整するようスライス厚み制御入力 40 により制御して、所望の厚みのレンダリングボックス 30 を形成することができる。レンダリングボックス 30 は、ボリュームレンダリングされる走査ボリューム 16 の部分を表す。ボリュームレンダリングプロセッサ 46 は、スライスメモリ 44 にアクセスし、レンダリングボックス 30 の厚み 32 に沿ってレンダリングする。

40

【0022】

操作中、予め定められた実質的に一定の厚みを有する 3 D スライス（レンダリングボックス 30 とも呼ばれる）が、スライス厚み設定制御 40（図 2）によって収集され、ボリュームスキャンコンバータ（走査変換器）42（図 2）内で処理される。レンダリングボックス 30 を表すエコーデータは、スライスメモリ 44 に格納することができる。予め定められた厚みは、典型的には 2 mm から 20 mm の間であるが、用途及び走査されることになる領域の大きさによっては 2 mm より小さいか、又は 20 mm よりも大きい厚みも好適とすることができる。スライス厚み設定制御部 40 は、不連続又は連続的な厚み設定を有する回転ノブを含むことができる。

【0023】

50

ポリウムレンダリングプロセッサ46は、画像平面34の画像部分48上にレンダリングボックス30を投影する(図3)。ポリウムレンダリングプロセッサ46の処理に続いて、画像部分48内のピクセルデータは、ビデオプロセッサ50、次いで、表示装置67に移される。

【0024】

レンダリングボックス30は、走査ポリウム16内部で、何れの位置に配置してもよく、何れの方向に向けてもよい。幾つかの状況においては、走査されている領域の大きさに基づいて、レンダリングボックス30が走査ポリウム16の小部分のみとすることが有利な場合がある。

【0025】

図4には、マルチレベル・パルサ150が示されている。例証として、マルチレベル・パルサ150は、超音波プローブ106又は送信器102内に含めることができる。マルチレベル・パルサ150は、少なくとも3つのスイッチ、SW1 152、SW2 154、及びSW3 156を備える3状態スイッチネットワーク168を含む。各スイッチ、SW1 152、SW2 154、及びSW3 156は、極めて低損失のオン/オフスイッチとすることができる。他の形式のスイッチを使用できることは理解されるべきである。

【0026】

マルチレベル・パルサ150はまた、3つの電圧入力を含む。正の高電圧+Vは、スイッチネットワーク168のスイッチSW1 152の一方端に接続された第1の入力ノード158に接続される。負の高電圧-Vは、スイッチネットワーク168のスイッチSW2 154の一方端に接続された第2の入力ノード160に接続される。接地は、スイッチネットワーク168のスイッチSW3 156の一方端に接続された第3の入力ノード162に接続される。或いは、入力ノード162は、入力ノード158及び160に接続された正及び負の高電圧とは異なる、これらの高電圧の間の中間の正又は負の電圧レベルに接続してもよい。正及び負の高電圧レベルは、超音波システム100の高電圧電源(図示せず)によって供給することができる。出力ノード164は、プローブ106のトランスデューサを励起する出力信号を供給する。

【0027】

図5は、コントローラ166と相互接続された図4のマルチレベル・パルサ150を示している。コントローラ166は、SW1 152、SW2 154及びSW3 156の各々に接続されこれらを制御する。コントローラ166は、送信器102(図1)に含まれてもよく、或いは、超音波システム100又は他のハードウェア部品内に独立して配置してもよい。コントローラ166は、ハードウェア又はハードウェアとソフトウェアとの組合せの何れで実装してもよいことを理解されたい。

【0028】

コントローラ166は、ネットワーク168内のスイッチSW1 152、SW2 154、及びSW3 156を制御して、所望のマルチレベルパルスシーケンスを生成し、該シーケンスには、一連の少なくとも2つのパルスと1つの中間の第3のレベルを含む。マルチレベルパルスシーケンスは、出力ノード164に出力される。プローブ106内の各トランスデューサ素子104は、別個のマルチレベル・パルサ150によって駆動することができる。

【0029】

図6には、3つの制御波形200、202、及び204が示される。コントローラ166は、SW1 152、SW2 154及びSW3 156を制御して、制御波形200、202及び204をそれぞれ生成する。制御波形200から204の各々パルス幅の正確な制御は、コントローラ166及びスイッチ152から156を用いて達成される。例えば、コントローラ166は、160MHzのクロック周波数に対応する6.2ナノ秒刻みでパルス幅を制御することができる。

【0030】

10

20

30

40

50

図7は、図4及び図5のマルチレベル・パルサ150を用いるパルス幅変調ファイヤリングシーケンス206及び対応する60%部分的帯域幅ガウスパルス208を示す。パルスシーケンス206は対称性を有する。図8は、パルスシーケンス206及びガウスパルス208のスペクトル226及び228をそれぞれ示す。パルスシーケンス206によって生じる可能性のあるような、どのようなスプリアス高周波数成分もブロープ106のインパルス応答によってフィルタリングされることになる点に留意されたい。従って、スペクトル226及び228は音響性能の点では類似のものである。

【0031】

パルスシーケンス206は、図6の制御波形200から204に基づく合成出力波形を示す。パルスシーケンス206は、+V、接地、及び-Vで表される3つの異なる振幅レベルを含む。SW3が接地とは異なる他の電圧レベルに接続された場合には、第3の振幅レベルは、異なる中間電圧レベルを示すことになる点は理解されたい。

【0032】

更に、パルスシーケンス206における各パルス及び中間電圧レベルは、異なる幅を有するように変調することができる。例えば、第1のパルスは、より狭いパルス幅及び第1の振幅を有することができる。第2のパルスは、より広いパルス幅及び第2の振幅を有することができる。第3のパルス又は中間電圧レベルは、第1及び第2のパルスとは異なる第3の振幅及び幅を有することができ、又は第1及び第2のパルスの1つと同じ幅を有することができる。

【0033】

図7において、パルス213から219及び中間電圧レベル220から225が示されている。パルスP1 214は正の狭いパルスである。パルスP2 215は負のパルスであり、パルスP1 214に比較すればより広い。パルスP3 216は、正のパルスであり、パルスP2 215よりも広い。パルスP6 213及びP7 219は共に負の狭いパルスである。パルスシーケンス206が対称的であると、パルスP6 213とパルスP7 219は等しく、パルスP1 214とパルスP5 218とは等しく、パルスP2 215とパルスP4 217とは等しく、中間電圧レベル222と223は等しく、中間電圧レベル221と224とは等しい。

【0034】

マルチレベル・パルサ150及びコントローラ166は、上述のようにパルスの持続時間（又は幅）及び中間電圧レベル220から225全体にわたって正確に制御する。多重振幅レベルと組み合わせると、出力パルスシーケンスは所望の送信スペクトルに近いスペクトルを達成するように生成される。例えば、全パルスシーケンスの長さ（サイクル数）は、所望の帯域幅によって定まる。長いパルスシーケンスは狭帯域幅を有するガウス波形を近似するのに用いられ、より短いパルスシーケンスは、広帯域幅を有するガウス波形を近似するのに使用される。マルチレベル・パルサ150及びコントローラ166によって形成された所望の送信スペクトルの近似は、アナログパルサと同様の結果を達成する。しかしながら、マルチレベル・パルサ150及びコントローラ166は、アナログパルサよりもはるかに簡単で、低コストで、電力消費が少なく、高効率である。

【0035】

図9から図13には、マルチレベル・パルサ150のスイッチSW1 152、SW2 154、及びSW3 156を制御するコントローラ166を用いて近似することができる他の所望の波形が示される。多くの他の所望の波形を近似することができ、従って、図9から図13に限定されないことは理解されたい。

【0036】

図9には、図4及び図5のマルチレベル・パルサ150を用いるパルス幅変調ファイヤリングシーケンス240及びガウスパルス242が示される。パルスシーケンス240は、非対称性である。図10には、パルスシーケンス240及びガウスパルス242のそれぞれのスペクトル244及び246が示される。スペクトル近似は、図7の対称パルスシーケンス206と比較して非対称パルスシーケンス240の方がより良好である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

図 1 1 には、図 4 及び図 5 のマルチレベル・パルサ 1 5 0 を用いるパルス幅変調ファイヤリングシーケンス 2 5 0 及びガウスパルス 2 5 2 が示されている。図 1 2 には、パルスシーケンス 2 5 0 及びガウスパルス 2 5 2 のそれぞれのスペクトル 2 5 4 及び 2 5 6 が示されている。パルスシーケンス 2 5 0 は、より高次のパルス幅変調シーケンスであり、ガウス波形の半周期当たりにはほぼ 2 つのパルスを有する。結果として、第 2 高調波成分が少ないスペクトル近似が得られる。

【 0 0 3 8 】

図 1 3 は、図 4 及び図 5 のマルチレベル・パルサを用いるパルス幅変調ファイヤリングシーケンス 2 6 0 及び加重チャープ波形 2 6 2 を示す。

10

【 0 0 3 9 】

図 1 4 は、マルチレベル送信パルスシーケンス 2 3 0 を示す。この実施例において、図 4 のマルチレベル・パルサ 1 5 0 は、2 つの追加スイッチを含むように修正することができる。正及び負の高電圧とは異なる 2 つの追加の中間電圧レベルもまた、2 つの追加入力ノードに供給される。コントローラ 1 6 6 は、5 つのスイッチを制御して、パルスと最大 5 つの異なる電圧レベルを有する中間電圧レベルを含む送信パルスシーケンス 2 3 0 を生成する。各パルスのパルス幅及び中間電圧レベルは、上述のようにコントローラ 1 6 6 によって制御されることができる。追加的なスイッチペアをマルチレベル・パルサ 1 5 0 に付加して、コントローラ 1 6 6 によって制御することができる点は理解されたい。

【 0 0 4 0 】

20

本発明を好ましい実施形態に関して説明したが、当業者に理解されるように、本発明の範囲を逸脱することなく様々な変更を行うことができ、等価物と置換してもよい。更に、本発明の範囲から逸脱することなく特定の状況及び部材を本発明の教示に合わせるような多くの修正を行ってもよい。従って、本発明は、開示された特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲内に含まれる全ての実施形態を含むことが意図される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 1 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に従って形成された超音波システムのブロック図。

【 図 2 】 本発明の 1 つの実施形態に従って形成された超音波システム。

30

【 図 3 】 1 つの実施形態による図 1 のシステムによって収集されたリアルタイム 4 D ボリューム。

【 図 4 】 本発明の実施形態に従って形成されたマルチレベル送信パルサ。

【 図 5 】 本発明の実施形態によるコントローラと相互接続された図 4 のマルチレベル送信パルサ。

【 図 6 】 本発明の実施形態による図 4 のパルサを用いる 3 つの制御波形。

【 図 7 】 本発明の実施形態による図 4 及び図 5 のマルチレベル・パルサを用いるパルス幅変調ファイヤリングシーケンス及び対応する 6 0 % 部分帯域幅ガウスパルス。

【 図 8 】 本発明の実施形態による図 7 のパルスシーケンス及びガウスパルスのスペクトル

40

【 図 9 】 本発明の実施形態による図 4 及び図 5 のマルチレベル・パルサを使用するパルス幅変調ファイヤリングシーケンス及びガウスパルス。

【 図 1 0 】 本発明の実施形態による図 9 のパルスシーケンス及びガウスパルスのスペクトル。

【 図 1 1 】 本発明の実施形態による図 4 及び図 5 のマルチレベル・パルサを使用するパルス幅変調ファイヤリングシーケンス及びガウスパルス。

【 図 1 2 】 本発明の実施形態による図 1 1 のパルスシーケンス及びガウスパルスのスペクトル。

【 図 1 3 】 本発明の実施形態による図 4 及び図 5 のマルチレベル・パルサ 1 5 0 を使用するパルス幅変調ファイヤリングシーケンス 2 6 0 及び加重チャープ波形 2 6 2 。

50

【図14】本発明の実施形態によるマルチレベル送信パルスシーケンス。

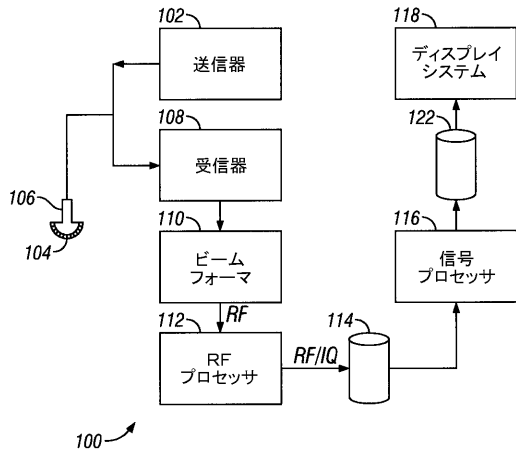
【図15】従来型のシステムによって利用されるバイポーラパルサ。

【符号の説明】

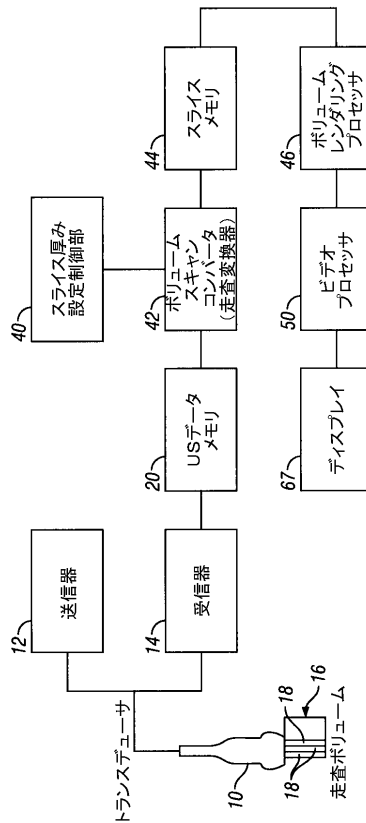
【0042】

- 150 マルチレベル・パルサ
- 152 スイッチSW1
- 154 スイッチSW2
- 156 スイッチSW3
- 158 第1の入力ノード
- 162 第3の入力ノード
- 164 出力ノード
- 168 スイッチネットワーク

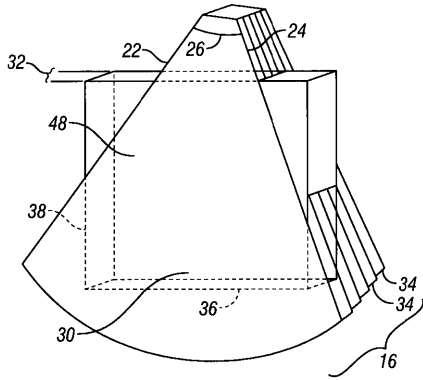
【図1】



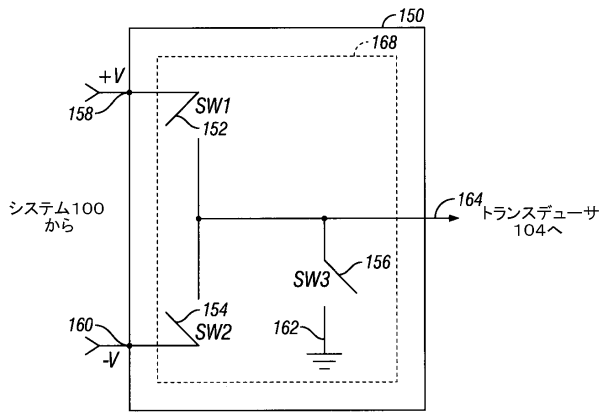
【図2】



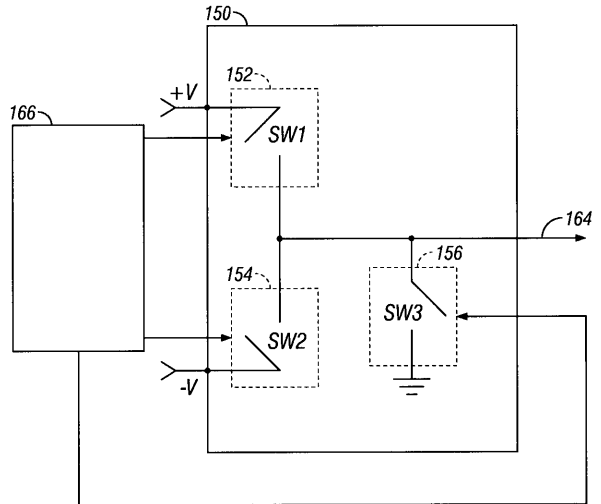
【図3】



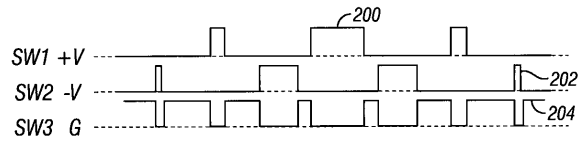
【図4】



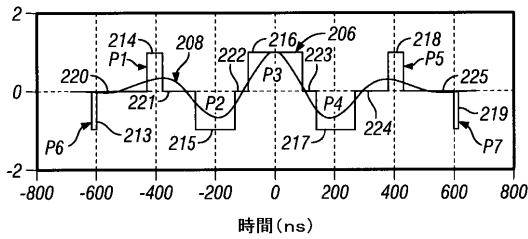
【図5】



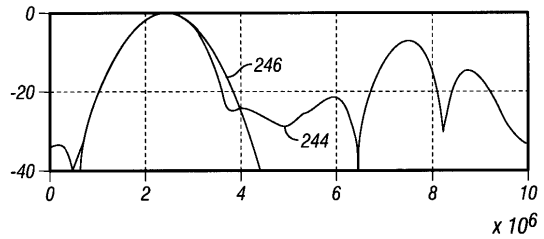
【図6】



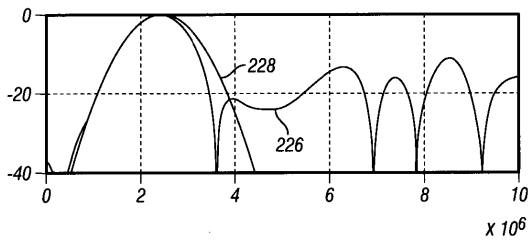
【図7】



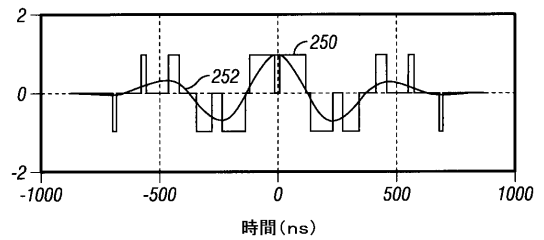
【図10】



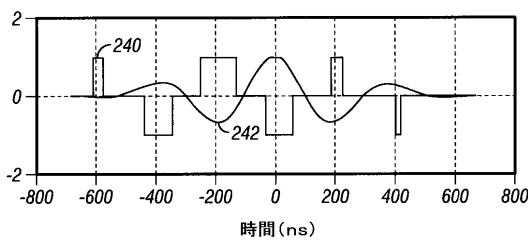
【図8】



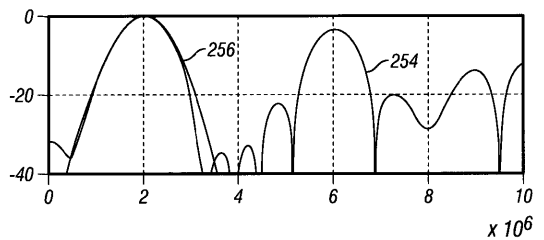
【図11】



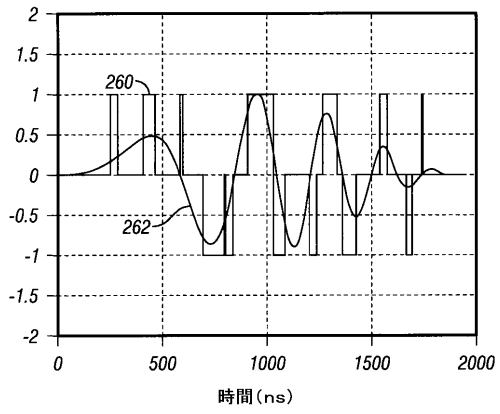
【図9】



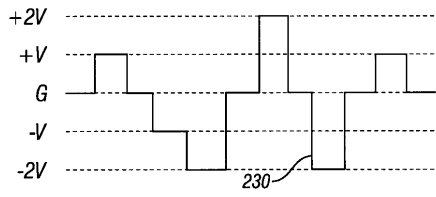
【図12】



【図13】

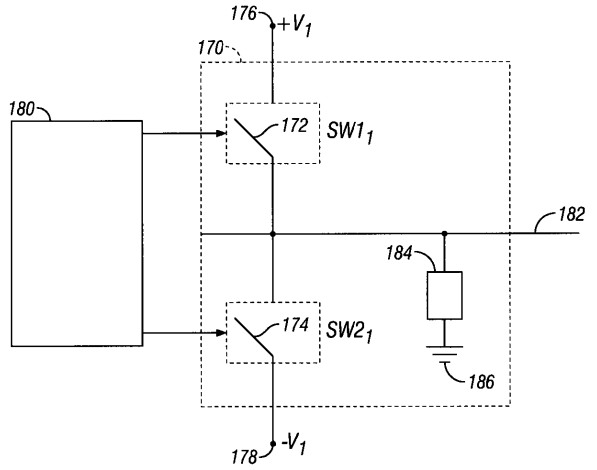


【図14】



【図15】

(従来技術)



フロントページの続き

(74)代理人 100129779

弁理士 黒川 俊久

(72)発明者 ケル・クリストファーセン

ノルウェー、0379・オスロ、モンテペロヴェイエン・7番

(72)発明者 ハンス・ガーマン・トルブ

ノルウェー、エヌ - 7024・トロンヘイム、アーネビヴェイエン・13番

審査官 川上 則明

(56)参考文献 特開平11-188037(JP,A)

特開昭63-273081(JP,A)

特開2001-008933(JP,A)

特開平09-234202(JP,A)

特開2000-152930(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00

