

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003 - 102733

(P2003 - 102733A)

(43)公開日 平成15年4月8日(2003.4.8)

(51) Int.Cl⁷

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

A 6 1 B 8/14

A 6 1 B 8/14

4 C 3 0 1

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 160 L (全 18数)

(21)出願番号 特願2001 - 287989(P2001 - 287989)

(22)出願日 平成13年9月21日(2001.9.21)

(71)出願人 300019238

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

アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5318
8・ワウケシャ・ノース・グランドヴュー・
ブルバード・ダブリュー・710・3000

(72)発明者 橋本 浩

東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127 ジー
イー横河メディカルシステム株式会社内

(74)代理人 100095511

弁理士 有近 紳志郎

[最終頁に続く](#)

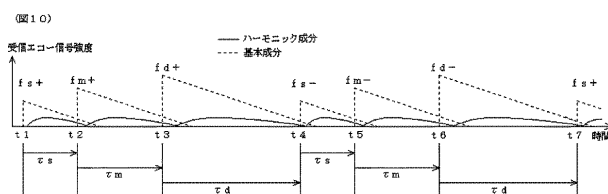
(54)【発明の名称】 超音波撮像方法および超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】今回の受信データの基本成分に前回の受信データの基本成分のしっぽが混入することにより良好なハートニック画像が得られない問題を解消する。

【解決手段】フェーズインバージョン法によるハーモニックモードの動作では、同一音線上の複数のフォーカスについて第1の超音波パルスを送信し、次いで同一音線上の複数のフォーカスについて第1の超音波パルスと逆位相の第2の超音波パルスの送信を続けて行う。

【効果】第1の超音波パルスに対する受信データの基本成分に混入する直前に送信した超音波パルスに対する受信データの基本成分のしっぽと、第2の超音波パルスに対する受信データの基本成分に混入する直前に送信した超音波パルスに対する受信データの基本成分のしっぽとが同一となつて加算により打ち消されるため、良好なハーモニック画像が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前記超音波パルスに対応する超音波エコーを受信して受信データを生成し、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーの影響を受けない時間をあけてから次の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 2】 超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前記超音波パルスに対応する超音波エコーを受信して受信データを生成し、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーを無視できる程度に離れた音線上のフォーカスに次の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 3】 第 1 の超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前記第 1 の超音波パルスに対応する第 1 の超音波エコーを受信して第 1 の受信データを生成し、次に前記第 1 の超音波パルスと逆位相の第 2 の超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前記第 2 の超音波パルスに対応する第 2 の超音波エコーを受信して第 2 の受信データを生成し、前記第 1 の受信データと前記第 2 の受信データを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、前記第 1 の超音波パルスを送信した後、前記第 2 の超音波エコーが前記第 1 の超音波パルスの影響を受けない時間をあけてから前記第 2 の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 4】 第 1 の超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前記第 1 の超音波パルスに対応する第 1 の超音波エコーを受信して第 1 の受信データを生成し、次に前記第 1 の超音波パルスと逆位相の第 2 の超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前記第 2 の超音波パルスに対応する第 2 の超音波エコーを受信して第 2 の受信データを生成し、前記第 1 の受信データと前記第 2 の受信データを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、同一音線上の複数のフォーカスについて前記第 1 の超音波パルスを続けて送信し、次いで同一音線上の複数のフォーカスについて前記第 2 の超音波パルスの送信を続けて行うことを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 5】 第 1 の超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前記第 1 の超音波パルスに対応する第 1 の超音波エコーを受信して第 1 の受信データを生成し、次に前記第 1 の超音波パルスと逆位相の第 2 の超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から前

記第 2 の超音波パルスに対応する第 2 の超音波エコーを受信して第 2 の受信データを生成し、前記第 1 の受信データと前記第 2 の受信データを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、あるフォーカスについての前記第 1 の超音波パルスの送信と前記第 2 の超音波パルスの送信の間に、別の 1 つ又は複数の音線上の 1 つ又は複数のフォーカスについての前記第 1 の超音波パルスの送信または前記第 2 の超音波パルスの送信を行うことを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の超音波撮像方法において、ある超音波パルスの送信と次の超音波パルスの送信の間の時間を、対応するフォーカスが浅いほど短くすることを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 7】 請求項 1, 3, 4, 5, 6, 8 のいずれかに記載の超音波撮像方法において、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔よりも B モード時の超音波パルスの送信間隔を短くすることを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 8】 請求項 2, 7 のいずれかに記載の超音波撮像方法において、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔と B モード時の超音波パルスの送信間隔とを等しくすることを特徴とする超音波撮像方法。

【請求項 9】 超音波探触子と、前記超音波探触子を駆動して超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信手段と、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得るハーモニックモードデータ生成手段と、前記ハーモニックモードデータに基づいてハーモニックモード画像を生成する画像生成手段と、前記ハーモニックモード画像を表示する表示手段とを具備した超音波診断装置であって、前記送受信手段は、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーの影響を受けない時間をあけてから次の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 10】 超音波探触子と、前記超音波探触子を駆動して超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信手段と、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得るハーモニックモードデータ生成手段と、前記ハーモニックモードデータに基づいてハーモニックモード画像を生成する画像生成手段と、前記ハーモニックモード画像を表示する表示手段とを具備した超音波診断装置であって、前記送受信手段は、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーを無視できる程度に離れた音線上のフォーカスに次の超音

波パルスを送信することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 1 1】 超音波探触子と、前記超音波探触子を駆動して超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信手段と、第 1 の超音波パルスに対応する第 1 の受信データと前記第 1 の超音波パルスと逆位相の第 2 の超音波パルスに対応する第 2 の受信データとを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得るハーモニックモードデータ生成手段と、前記ハーモニックモードデータに基づいてハーモニックモード画像を生成する画像生成手段と、前記ハーモニックモード画像を表示する表示手段とを具備した超音波診断装置であって、前記送受信手段は、前記第 1 の超音波パルスを送信した後、前記第 2 の超音波エコーが前記第 1 の超音波パルスの影響を受けない時間をあけてから前記第 2 の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 5 に記載の超音波診断装置において、前記送受信手段は、同一音線上の複数のフォーカスについて前記第 1 の超音波パルスを送信し、次いで同一音線上の複数のフォーカスについて前記第 2 の超音波パルスの送信を続けて行うことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 3 または請求項 1 5 に記載の超音波診断装置において、前記送受信手段は、あるフォーカスについての前記第 1 の超音波パルスの送信と前記第 2 の超音波パルスの送信の間に、別の 1 つ又は複数の音線上の 1 つ又は複数のフォーカスについての前記第 1 の超音波パルスの送信または前記第 2 の超音波パルスの送信を行うことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 1 から請求項 1 7 のいずれかに記載の超音波診断装置において、前記送受信手段は、ある超音波パルスの送信と次の超音波パルスの送信の間の時間を、対応するフォーカスが浅いほど短くすることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 1 , 1 3 , 1 4 , 1 5 , 1 6 , 1 8 のいずれかに記載の超音波診断装置において、前記送受信手段は、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔よりも B モード時の超音波パルスの送信間隔を短くすることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 2 , 1 7 のいずれかに記載の超音波診断装置において、前記送受信手段は、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔と B モード時の超音波パルスの送信間隔とを等しく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】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波撮像方法および超音波診断装置に関し、さらに詳しくは、今回の超音波パルスに対する受信データの基本成分に前回の超音

波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することにより良好なハーモニック (harmonic) 画像が得られない問題点を解消した超音波撮像方法および超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図 1 4 は、従来の超音波診断装置における B モードの撮像タイミングを示す説明図である。B モードでは、基本成分を主とし、ハーモニック成分を従とするため、基本成分を実線で示し、ハーモニック成分を破線で示している。

【0003】時刻 t_1 に、比較的浅い (例えば 5 cm) フォーカスで超音波パルス f_s を送信すると、図 1 4 に実線で示す受信データの基本成分 (受信データのうち送信周波数と同じ周波数の成分) の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分 (受信データのうち送信周波数の 2 倍の周波数の成分) の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0004】時刻 t_2 は、時刻 t_1 に送信した超音波パルス f_s に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった (例えば、ノイズ成分や検出感度以下になった) 時点である。時刻 t_2 に、比較的中くらい (例えば 10 cm) のフォーカスで超音波パルス f_m を送信すると、図 1 4 に実線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_2 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_2 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0005】時刻 t_3 は、時刻 t_2 に送信した超音波パルス f_m に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。時刻 t_3 に、比較的深い (例えば 15 cm) フォーカスで超音波パルス f_d を送信すると、図 1 4 に実線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_3 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_3 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0006】時刻 t_4 は、時刻 t_3 に送信した超音波パルス f_d に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。時刻 t_4 に、比較的浅い (例えば 5 cm) フォーカスで超音波パルス f_s を送信すると、図 1 4 に実線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_4 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_4 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。以下、同様の動作が繰り返される。

【0007】時刻 t_1 と t_2 の間隔を τ_s とし、時刻 t_2 と t_3 の間隔を τ_m とし、時刻 t_3 と t_4 の間隔を τ

dとし、超音波パルス f_s 、 f_m 、 f_d で1音線が得られ、1フレームの音線数をNとすると、フレームレートは、 $1/(\tau_s + \tau_m + \tau_d) \div N$ となる。また、 $\tau_s < \tau_m < \tau_d$ である。

【0008】超音波パルス f_s 、 f_m 、 f_d の送信間隔を一律に τ_s とすると、超音波パルス f_d に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_m に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。また、超音波パルス f_s に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_d に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。また、間隔を一律に τ_m とすると、超音波パルス f_s に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_d に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。

【0009】これに対して、間隔を一律に τ_d としても撮像に支障はない。しかしながら、フレームレートは $1/(3 \cdot \tau_d) \div N$ となり、図14のフレームレートより下がってしまう。換言すれば、より高いフレームレートを得るために、図14のようなタイミングで超音波パルス f_s 、 f_m 、 f_d を送信している。

【0010】図15は、従来の超音波診断装置におけるフィルタ法によるハーモニックモードの撮像タイミングを示す説明図である。ハーモニックモードでは、ハーモニック成分を主とし、基本成分を従とするため、ハーモニック成分を実線で示し、基本成分を破線で示している。また、元々小さなハーモニック成分を大きく得るため、ゲインを大きくしており、このために基本成分も大きくなっている。図15の超音波パルスを送信するタイミングは、図14のBモード時と全く同じである。

【0011】図16は、従来の超音波診断装置におけるフェーズインバージョン(phase inversion)法によるハーモニックモードの撮像タイミングを示す説明図である。時刻 t_1 に、比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス $f_s +$ を送信すると、図16に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。Bモード時と合わせて時刻 t_1 から時間 τ_s を経過したタイミングの時刻 t_2 に、比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス $f_s +$ と逆位相の第2の超音波パルス $f_s -$ を送信すると、図16に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_2 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_2 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。第1の受信データと第2の受信データを加算すると、基本成分は位相が逆相になっているので打ち消され、ハーモニック成分は位相が同相になっているので2倍になる。つまり、

ハーモニック成分のみが得られる。

【0012】Bモード時と合わせて時刻 t_2 から時間 τ_s を経過したタイミングの時刻 t_3' に、比較的中くらいのフォーカスで第1の超音波パルス $f_m +$ を送信すると、図16に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_3' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_3' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。Bモード時と合わせて時刻 t_3' から時間 τ_m を経過したタイミングの時刻 t_4' に、比較的中くらいのフォーカスで第1の超音波パルス $f_m +$ と逆位相の第2の超音波パルス $f_m -$ を送信すると、図16に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_4' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_4' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。第1の受信データと第2の受信データを加算すると、基本成分は位相が逆相になっているので打ち消され、ハーモニック成分は位相が同相になっているので2倍になる。つまり、ハーモニック成分のみが得られる。

【0013】Bモード時と合わせて時刻 t_4' から時間 τ_m を経過したタイミングの時刻 t_5' に、比較的深いフォーカスで第1の超音波パルス $f_d +$ を送信すると、図16に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_5' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_5' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。Bモード時と合わせて時刻 t_5' から時間 τ_d を経過したタイミングの時刻 t_6' に、比較的深いフォーカスで第1の超音波パルス $f_d +$ と逆位相の第2の超音波パルス $f_d -$ を送信すると、図16に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_6' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_6' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。第1の受信データと第2の受信データを加算すると、基本成分は位相が逆相になっているので打ち消され、ハーモニック成分は位相が同相になっているので2倍になる。つまり、ハーモニック成分のみが得られる。

【0014】Bモード時と合わせて時刻 t_6' から時間 τ_d を経過したタイミングの時刻 t_7' に、比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス $f_s +$ を送信する。以下、同様の動作を繰り返す。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の超音波診断装置におけるハーモニックモードでは、超音波パルスの送信タイミングをBモード時に合わせている。ところが、Bモード時の超音波パルスの送信タイミングは、ゲ

インが小さい時に前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できる程度まで小さくなったタイミングで次の超音波パルスを送信するものであり、ゲインが大きくなっているハーモニックモードで同じタイミングを使うと、前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できるまで小さくなっていないのに次の超音波パルスを送信してしまうことになる。従って、フィルタ法では、従たる基本成分に、前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することになり、良好なハーモニック画像が得られない問題点があった。

【0016】一方、フェーズインバージョン法では、加算により基本成分が打ち消されるはずであるが、例えば図16の超音波パルス $f_m +$ の送信時には超音波パルス $f_s -$ に対する受信データの基本成分が混入し、超音波パルス $f_m -$ の送信時には超音波パルス $f_m +$ に対する受信データの基本成分が混入し、混入する基本成分が異なるため打ち消されず、やはり良好なハーモニック画像が得られない問題点があった。

【0017】そこで、本発明の目的は、今回の超音波パルスに対する受信データの基本成分に前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することにより良好なハーモニック画像が得られない問題点を解消した超音波撮像方法および超音波診断装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】第1の観点では、本発明は、超音波パルスを送信すると共に被検体内から前記超音波パルスに対応する超音波エコーを受信して受信データを生成し、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーの影響を受けない時間をあけてから次の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第1の観点による超音波撮像方法では、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、十分な時間をあけてから次の超音波パルスを送信するので、今回の超音波パルスに対する受信データの基本成分に前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することが防止される。よって、良好なハーモニック画像が得られる。

【0019】第2の観点では、本発明は、超音波パルスを送信すると共に被検体内から前記超音波パルスに対応する超音波エコーを受信して受信データを生成し、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーを無視できる程度に離れた音線上のフォーカスに次の超音波

パルスを送信することを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第2の観点による超音波撮像方法では、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、十分離れた場所を次のフォーカスとして次の超音波パルスを送信するので、今回の超音波パルスに対する受信データの基本成分に前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することが防止される。よって、良好なハーモニック画像が得られる。

【0020】第3の観点では、本発明は、第1の超音波パルスを送信すると共に被検体内から前記第1の超音波パルスに対応する第1の超音波エコーを受信して第1の受信データを生成し、次に前記第1の超音波パルスと逆位相の第2の超音波パルスを送信すると共に被検体内から前記第2の超音波パルスに対応する第2の超音波エコーを受信して第2の受信データを生成し、前記第1の受信データと前記第2の受信データを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、前記第1の超音波パルスを送信した後、前記第2の超音波エコーが前記第1の超音波パルスの影響を受けない時間をあけてから前記第2の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第3の観点による超音波撮像方法では、第1の超音波パルスを送信した後、十分な時間をあけてから第2の超音波パルスを送信するので、第2の超音波パルスに対する受信データの基本成分に第1の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することが防止される。よって、良好なハーモニック画像が得られる。

【0021】第4の観点では、本発明は、第1の超音波パルスを送信すると共に被検体内から前記第1の超音波パルスに対応する第1の超音波エコーを受信して第1の受信データを生成し、次に前記第1の超音波パルスと逆位相の第2の超音波パルスを送信すると共に被検体内から前記第2の超音波パルスに対応する第2の超音波エコーを受信して第2の受信データを生成し、前記第1の受信データと前記第2の受信データを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、同一音線上の複数のフォーカスについて前記第1の超音波パルスを送信し、次いで同一音線上の複数のフォーカスについて前記第2の超音波パルスの送信を続けて行うことを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第4の観点による超音波撮像方法では、第1の超音波パルスに対する受信データの基本成分に混入する、第1の超音波パルスの前に送信した超音波パルスに対する受信データの基本成分と、第2の超音波パルスに対する受信データの基本成分に混入する、第2の超音波パルスの前に送信した超音波パルスに対する受信データの基本成分とが、同一となるので、混入した基本成分が加算により打ち消される。よって、

良好なハーモニック画像が得られる。

【0022】第5の観点では、本発明は、第1の超音波パルスが被検体内へ送信すると共に被検体内から前記第1の超音波パルスに対応する第1の超音波エコーを受信して第1の受信データを生成し、次に前記第1の超音波パルスと逆位相の第2の超音波パルスが被検体内へ送信すると共に被検体内から前記第2の超音波パルスに対応する第2の超音波エコーを受信して第2の受信データを生成し、前記第1の受信データと前記第2の受信データを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得る超音波撮像方法であって、あるフォーカスについての前記第1の超音波パルスの送信と前記第2の超音波パルスの送信の間に、別の1つ又は複数の音線上の1つ又は複数のフォーカスについての前記第1の超音波パルスの送信または前記第2の超音波パルスの送信を行うことを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第5の観点による超音波撮像方法では、第1の超音波パルスを送信した後、十分離れた場所を次のフォーカスとして次の超音波パルスを送信し、その後、第2の超音波パルスを送信するので、第1および第2の超音波パルスに対する受信データの基本成分に前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することが防止される。よって、混入した基本成分がより良好なハーモニック画像が得られなくなることを防止できる。

【0023】第6の観点では、本発明は、上記構成の超音波撮像方法において、ある超音波パルスの送信と次の超音波パルスの送信の間の時間を、対応するフォーカスが浅いほど短くすることを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第6の観点による超音波撮像方法では、超音波エコーが早く減衰するフォーカスが浅い時は超音波パルスの送信間隔を短くし、超音波エコーが遅く減衰するフォーカスが深い時は超音波パルスの送信間隔を長くするので、撮像に支障を生じず且つフレームレートを高くすることが出来る。

【0024】第7の観点では、本発明は、上記構成の超音波撮像方法において、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔よりもBモード時の超音波パルスの送信間隔を短くすることを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第7の観点による超音波撮像方法では、ゲインが比較的大きいハーモニックモード時は超音波パルスの送信間隔を比較的長くし、ゲインが比較的小さいBモード時は超音波パルスの送信間隔を比較的短くするので、撮像に支障を生じず且つフレームレートをBモードで高くすることが出来る。

【0025】第8の観点では、本発明は、上記構成の超音波撮像方法において、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔とBモード時の超音波パルスの送信間隔とを等しくすることを特徴とする超音波撮像方法を提供する。上記第8の観点による超音波撮像方法では、ハーモニックモード時もBモー

ド時も超音波パルスの送信間隔を等しくするので、フレームレートを一致させることが出来る。

【0026】第9の観点では、本発明は、超音波探触子と、前記超音波探触子を駆動して超音波パルスが被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信手段と、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得るハーモニックモードデータ生成手段と、前記ハーモニックモードデータに基づいてハーモニックモード画像を生成する画像生成手段と、前記ハーモニックモード画像を表示する表示手段とを具備した超音波診断装置であって、前記送受信手段は、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーの影響を受けない時間をあけてから次の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第9の観点による超音波診断装置では、前記第1の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0027】第10の観点では、本発明は、超音波探触子と、前記超音波探触子を駆動して超音波パルスが被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信手段と、前記受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得るハーモニックモードデータ生成手段と、前記ハーモニックモードデータに基づいてハーモニックモード画像を生成する画像生成手段と、前記ハーモニックモード画像を表示する表示手段とを具備した超音波診断装置であって、前記送受信手段は、ある音線上のフォーカスに対して超音波パルスを送信した後、前記超音波パルスに対する超音波エコーを無視できる程度に離れた音線上のフォーカスに次の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第10の観点による超音波診断装置では、前記第2の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0028】第11の観点では、本発明は、超音波探触子と、前記超音波探触子を駆動して超音波パルスが被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信手段と、第1の超音波パルスに対応する第1の受信データと前記第1の超音波パルスと逆位相の第2の超音波パルスに対応する第2の受信データとを加算した和に基づいてハーモニックモードデータを得るハーモニックモードデータ生成手段と、前記ハーモニックモードデータに基づいてハーモニックモード画像を生成する画像生成手段と、前記ハーモニックモード画像を表示する表示手段とを具備した超音波診断装置であって、前記送受信手段は、前記第1の超音波パルスを送信した後、前記第2の超音波エコーが前記第1の超音波パルスの影響を受けない時間をあけてから前記第2の超音波パルスを送信することを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第11の観点による超音波

診断装置では、前記第 3 の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0029】第 12 の観点では、本発明は、上記構成の超音波診断装置において、前記送受信手段は、同一音線上の複数のフォーカスについて前記第 1 の超音波パルスを送信し、次いで同一音線上の複数のフォーカスについて前記第 2 の超音波パルスの送信を続けて行うことを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第 12 の観点による超音波診断装置では、前記第 4 の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0030】第 13 の観点では、本発明は、上記構成の超音波診断装置において、前記送受信手段は、あるフォーカスについての前記第 1 の超音波パルスの送信と前記第 2 の超音波パルスの送信の間に、別の 1 つ又は複数の音線上の 1 つ又は複数のフォーカスについての前記第 1 の超音波パルスの送信または前記第 2 の超音波パルスの送信を行うことを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第 13 の観点による超音波診断装置では、前記第 5 の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0031】第 14 の観点では、本発明は、上記構成の超音波診断装置において、前記送受信手段は、ある超音波パルスの送信と次の超音波パルスの送信の間の時間を、対応するフォーカスが浅いほど短くすることを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第 14 の観点による超音波診断装置では、前記第 6 の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0032】第 15 の観点では、本発明は、上記構成の超音波診断装置において、前記送受信手段は、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔よりも B モード時の超音波パルスの送信間隔を短くすることを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第 15 の観点による超音波診断装置では、前記第 7 の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0033】第 16 の観点では、本発明は、上記構成の超音波診断装置において、前記送受信手段は、同一フォーカスについてのハーモニックモード時の超音波パルスの送信間隔と B モード時の超音波パルスの送信間隔とを等しくすることを特徴とする超音波診断装置を提供する。上記第 16 の観点による超音波診断装置では、前記第 8 の観点による超音波撮像方法を好適に実施できる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図に示す実施形態により本発明をさらに詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【0035】 - 第 1 の実施形態 -

図 1 は、第 1 の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。この超音波診断装置 10 は、超音波探触子 1 と、超音波探触子 1 を駆動して超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信部 12 と、受信データ

からハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得るフィルタ部 13 と、B モードとハーモニックモードとを切り換えるモード切換部 4 と、受信データまたはハーモニックモードデータから画像データを生成する B モード処理部 5 と、画像表示データを生成する DSC 6 と、画像を表示する CRT 7 とを具備して構成されている。

【0036】図 2 は、モード切換部 4 で B モードを選択した時の撮像タイミングを示す説明図である。B モードでは、基本成分を主とし、ハーモニック成分を従とするため、基本成分を実線で示し、ハーモニック成分を破線で示している。

【0037】時刻 t_1 に、比較的浅い（例えば 5 cm）フォーカスで超音波パルス f_s を送信すると、図 2 に実線で示す受信データの基本成分（受信データのうち送信周波数と同じ周波数の成分）の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分（受信データのうち送信周波数の 2 倍の周波数の成分）の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0038】時刻 t_2 は、時刻 t_1 に送信した超音波パルス f_s に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった（例えば、ノイズ成分や検出感度以下になった）時点である。時刻 t_2 に、比較的中くらい（例えば 10 cm）のフォーカスで超音波パルス f_m を送信すると、図 2 に実線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_2 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_2 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0039】時刻 t_3 は、時刻 t_2 に送信した超音波パルス f_m に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。時刻 t_3 に、比較的深い（例えば 15 cm）フォーカスで超音波パルス f_d を送信すると、図 2 に実線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_3 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_3 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0040】時刻 t_4 は、時刻 t_3 に送信した超音波パルス f_d に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。時刻 t_4 に、比較的浅い（例えば 5 cm）フォーカスで超音波パルス f_s を送信すると、図 2 に実線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_4 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、破線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_4 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。以下、同様の動作が繰り返される。

【0041】時刻 t_1 と t_2 の間隔を τ_s とし、時刻 t_2 と t_3 の間隔を τ_m とし、時刻 t_3 と t_4 の間隔を τ_d とし、超音波パルス f_s, f_m, f_d で 1 音線が得られ、1 フレームの音線数を N とするとき、フレームレートは、 $1 / (\tau_s + \tau_m + \tau_d) \div N$ となる。また、 $\tau_s < \tau_m < \tau_d$ である。

【0042】超音波パルス f_s, f_m, f_d の送信間隔を一律に τ_s とすると、超音波パルス f_d に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_m に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。また、超音波パルス f_s に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_d に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。また、間隔を一律に τ_m とすると、超音波パルス f_s に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_d に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。

【0043】これに対して、間隔を一律に τ_d としても撮像に支障はない。しかしながら、フレームレートは $1 / (3 \cdot \tau_d) \div N$ となり、図 2 のフレームレートより下になってしまう。換言すれば、図 2 のようなタイミングで超音波パルス f_s, f_m, f_d を送信することにより、高いフレームレートを得ている。

【0044】図 3 は、モード切換部 4 でハーモニックモードを選択した時の撮像タイミングを示す説明図である。ハーモニックモードでは、ハーモニック成分を主とし、基本成分を従とするため、ハーモニック成分を実線で示し、基本成分を破線で示している。また、元々小さなハーモニック成分を大きく得るため、ゲインを大きくしており、このために基本成分も大きくなっている。

【0045】時刻 t_1 に、比較的浅いフォーカスで超音波パルス f_s を送信すると、図 3 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0046】時刻 T_2 は、時刻 t_1 に送信した超音波パルス f_s に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分は B モード時よりも大きくなっているから、時刻 t_1 から時刻 T_2 までの時間 $(\tau_s + \Delta s)$ は B モード時の時間 τ_s より長くなっている。時刻 T_2 に、比較的中くらいのフォーカスで超音波パルス f_m を送信すると、図 3 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 T_2 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 T_2 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0047】時刻 T_3 は、時刻 T_2 に送信した超音波パルス f_m に対する受信データの基本成分の強度が無視で

きるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分は B モード時よりも大きくなっているから、時刻 T_2 から時刻 T_3 までの時間 $(\tau_m + \Delta m)$ は B モード時の時間 τ_m より長くなっている。時刻 T_3 に、比較的深いフォーカスで超音波パルス f_d を送信すると、図 3 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 T_3 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 T_3 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0048】時刻 T_4 は、時刻 T_3 に送信した超音波パルス f_d に対する受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分は B モード時よりも大きくなっているから、時刻 T_3 から時刻 T_4 までの時間 $(\tau_d + \Delta d)$ は B モード時の時間 τ_d より長くなっている。時刻 T_4 に、比較的浅いフォーカスで超音波パルス f_s を送信すると、図 3 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 T_4 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 T_4 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。以下、同様の動作が繰り返される。

【0049】超音波パルス f_s, f_m, f_d で 1 音線が得られ、1 フレームの音線数を N とするとき、フレームレートは、 $1 / (\tau_s + \Delta s + \tau_m + \Delta m + \tau_d + \Delta d) \div N$ となる。また、 $(\tau_s + \Delta s) < (\tau_m + \Delta m) < (\tau_d + \Delta d)$ である。

【0050】超音波パルス f_s, f_m, f_d の送信間隔を一律に $(\tau_s + \Delta s)$ とすると、超音波パルス f_d に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_m に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。また、超音波パルス f_s に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_d に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。また、間隔を一律に $(\tau_m + \Delta m)$ とすると、超音波パルス f_s に対する受信データを受信開始した時に、超音波パルス f_d に対する受信データが無視できない強さで残っており、撮像に支障を来す。

【0051】これに対して、間隔を一律に $(\tau_d + \Delta d)$ としても撮像に支障はない。しかしながら、フレームレートは $1 / \{ 3 \cdot (\tau_d + \Delta d) \} \div N$ となり、図 3 のフレームレートより下になってしまう。換言すれば、図 3 のようなタイミングで超音波パルス f_s, f_m, f_d を送信することにより、高いフレームレートが得られる。そして、前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できる強さになった後に今回の超音波パルスを送信するから、混入による弊害が現れず、良好なハーモニック画像が得られる。

【0052】 - 第 2 の実施形態 -

図 4 は、第 2 の実施形態にかかる超音波診断装置を示す

構成図である。この超音波診断装置 20 は、超音波探触子 1 と、超音波探触子 1 を駆動して超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信部 22 と、受信データからハーモニック成分を用いるハーモニックモードデータを得るフィルタ部 13 と、B モードとハーモニックモードとを切り換えるモード切換部 4 と、受信データまたはハーモニックモードデータから画像データを生成する B モード処理部 5 と、画像表示データを生成する D S C 6 と、画像を表示する C R T 7 とを具備して構成されて 10 いる。

【0053】モード切換部 4 で B モードを選択した時の撮像タイミングは、図 2（第 1 の実施形態）と同じである。

【0054】図 5 は、1 フレームを構成する音線 の概念図である。浅いフォーカスの超音波パルス f_s , 中くらいのフォーカスの超音波パルス f_m , および深いフォーカスの超音波パルス f_d で 1 音線が得られ、方向の異なる音線 # 0 ~ # 5 で 1 フレームが形成されるものとする。

【0055】図 6 は、モード切換部 4 でハーモニックモードを選択した時の撮像タイミングを示す説明図である。時刻 t_1 に、音線 # 0 上の比較的浅いフォーカスで超音波パルス # 0 f_s を送信すると、図 6 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0056】時刻 t_2 は、B モード時と同じく、時刻 t_1 から時間 τ_s を経過した時である。時刻 t_2 に、音線 # 3 上の比較的浅いフォーカスで超音波パルス # 3 f_s を送信すると、図 6 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_2 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_2 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間 τ_s は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、B モード時と同じである。しかし、音線 # 0 と # 3 とは、方向が異なっているため、超音波パルス # 0 f_s に対する基本成分が超音波パルス # 3 f_s に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0057】時刻 t_3 ' は、時刻 t_2 から時間 τ_s を経過した時である。時刻 t_3 ' に、音線 # 0 上の比較的中くらいのフォーカスで超音波パルス # 0 f_m を送信すると、図 6 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_3 ' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_3 ' から少し遅れて最大になり、時間の 50

経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_2 から時刻 t_3 ' までの時間 τ_s は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、B モード時と同じである。しかし、音線 # 0 と # 3 とは、方向が異なっているため、超音波パルス # 3 f_s に対する基本成分が超音波パルス # 0 f_m に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0058】時刻 t_4 ' は、時刻 t_3 ' から時間 τ_m を経過した時である。時刻 t_4 ' に、音線 # 3 上の比較的中くらいのフォーカスで超音波パルス # 3 f_m を送信すると、図 6 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_4 ' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_4 ' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_3 ' から時刻 t_4 ' までの時間 τ_m は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、B モード時と同じである。しかし、音線 # 0 と # 3 とは、方向が異なっているため、超音波パルス # 0 f_m に対する基本成分が超音波パルス # 3 f_m に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0059】時刻 t_5 ' は、時刻 t_4 ' から時間 τ_m を経過した時である。時刻 t_5 ' に、音線 # 0 上の比較的深いフォーカスで超音波パルス # 0 f_d を送信すると、図 6 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_5 ' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_5 ' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_4 ' から時刻 t_5 ' までの時間 τ_m は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、B モード時と同じである。しかし、音線 # 0 と # 3 とは、方向が異なっているため、超音波パルス # 3 f_m に対する基本成分が超音波パルス # 0 f_d に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0060】時刻 t_6 ' は、時刻 t_5 ' から時間 τ_d を経過した時である。時刻 t_6 ' に、音線 # 3 上の比較的深いフォーカスで超音波パルス # 3 f_d を送信すると、図 6 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_6 ' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_6 ' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_5 ' から時刻 t_6 ' までの時間 τ_d は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、B モード時と同じである。しかし、音線 # 0 と # 3 とは、方向が異なっているため、超音波パルス # 0 f_d に対する基本成分が超音波パルス # 3 f_d に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0061】時刻 t_7 ' は、時刻 t_6 ' から時間 τ_d を

経過した時である。時刻 t_7' に、音線 # 1 上の比較的浅いフォーカスで超音波パルス # 1 f_s を送信すると、図 6 に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_7' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_7' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_6' から時刻 t_7' までの時間 τ_d は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、B モード時と同じである。しかし、音線 # 1 と # 3 とは、方向が異なっているため、超音波パルス # 3 f_d に対する基本成分が超音波パルス # 1 f_s に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。以下、同様の動作が繰り返される。

【0062】フレームレートは、 $1 / (\tau_s + \tau_m + \tau_d) \div N$ であり、B モード時と同じく、高いフレームレートが得られる。そして、前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できるような異なる方向の音線上のフォーカスに今回の超音波パルスを送信するから、混入による弊害が現れず、良好なハーモニック画像が得られる。

【0063】- 第 3 の実施形態 -

図 7 は、第 3 の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。この超音波診断装置 30 は、超音波探触子 1 と、超音波探触子 1 を駆動して超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信部 32 と、第 1 の超音波パルスに対応する第 1 の受信データを記憶するメモリ 8 と、第 1 の超音波パルスと逆位相の第 2 の超音波パルスに対応する第 2 の受信データとメモリ 8 に記憶している第 1 の受信データとを加算してハーモニックモードデータを得る加算器 9 と、B モードとハーモニックモードとを切り換えるモード切換部 4 と、受信データまたはハーモニックモードデータから画像データを生成する B モード処理部 5 と、画像表示データを生成する DSC 6 と、画像を表示する CRT 7 とを具備して構成されている。

【0064】モード切換部 4 で B モードを選択した時の撮像タイミングは、図 2 (第 1 の実施形態) と同じである。

【0065】図 8 は、モード切換部 4 でハーモニックモードを選択した時の撮像タイミングを示す説明図である。時刻 t_1 に、比較的浅いフォーカスで第 1 の超音波パルス $f_s +$ を送信すると、図 8 に破線で示す第 1 の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第 1 の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0066】時刻 t_2'' は、時刻 t_1 に送信した第 1 の超音波パルス $f_s +$ に対する第 1 の受信データの基本成

分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分は B モード時よりも大きくなっているから、時刻 t_1 から時刻 t_2'' までの時間 $(\tau_s + \delta_s)$ は B モード時の時間 τ_s より長くなっている。時刻 t_2'' に、比較的浅いフォーカスで第 1 の超音波パルス $f_s +$ と逆位相の第 2 の超音波パルス $f_s -$ を送信すると、図 8 に破線で示す第 2 の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_2'' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第 2 の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_2'' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0067】時刻 t_3'' は、時刻 t_2'' に送信した第 2 の超音波パルス $f_s -$ に対する第 2 の受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分は B モード時よりも大きくなっているから、時刻 t_2'' から時刻 t_3'' までの時間 $(\tau_s + \delta_s)$ は B モード時の時間 τ_s より長くなっている。時刻 t_3'' に、比較的中くらいのフォーカスで第 1 の超音波パルス $f_m +$ を送信すると、図 8 に破線で示す第 1 の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_3'' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第 1 の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_3'' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0068】時刻 t_4'' は、時刻 t_3'' に送信した第 1 の超音波パルス $f_m +$ に対する第 1 の受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分は B モード時よりも大きくなっているから、時刻 t_3'' から時刻 t_4'' までの時間 $(\tau_m + \delta_m)$ は B モード時の時間 τ_m より長くなっている。時刻 t_4'' に、比較的中くらいのフォーカスで第 1 の超音波パルス $f_m +$ と逆位相の第 2 の超音波パルス $f_m -$ を送信すると、図 8 に破線で示す第 2 の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_4'' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第 2 の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_4'' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0069】時刻 t_5'' は、時刻 t_4'' に送信した第 2 の超音波パルス $f_m -$ に対する第 2 の受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分は B モード時よりも大きくなっているから、時刻 t_4'' から時刻 t_5'' までの時間 $(\tau_m + \delta_m)$ は B モード時の時間 τ_m より長くなっている。時刻 t_5'' に、比較的深いフォーカスで第 1 の超音波パルス $f_d +$ を送信すると、図 8 に破線で示す第 1 の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_5'' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第 1 の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_5'' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速

に低下してゆく。

【0070】時刻 t_6 は、時刻 t_5 に送信した第1の超音波パルス f_{d+} に対する第1の受信データの基本成分の強度が無視できるくらい小さくなった時点である。上述のように基本成分はBモード時よりも大きくなっているから、時刻 t_5 から時刻 t_6 までの時間 ($\tau_d + \delta d$) はBモード時の時間 τ_d より長くなっている。時刻 t_6 に、比較的深いフォーカスで第1の超音波パルス f_{d+} と逆位相の第2の超音波パルス f_{d-} を送信すると、図8に破線で示す第2の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_6 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第2の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_6 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。以下、同様の動作が繰り返される。

【0071】加算器9で第1の受信データと第2の受信データを加算すると、基本成分は位相が逆相になっているので打ち消され、ハーモニック成分は位相が同相になっているので2倍になる。つまり、ハーモニック成分のみが得られる。ここで、図8のフェーズインバージョン法では、ある回の超音波パルスの送信時には前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できる強さになっているから、前回の基本成分の混入がなく、良好なハーモニック画像が得られる。

【0072】- 第4の実施形態 -

図9は、第4の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。この超音波診断装置40は、超音波探触子1と、超音波探触子1を駆動して超音波パルスを送信し、被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信部42と、比較的浅いフォーカスの第1の超音波パルスに対応する第1の受信データを記憶するメモリ8sと、比較的中くらいのフォーカスの第1の超音波パルスに対応する第1の受信データを記憶するメモリ8mと、比較的深いフォーカスの第1の超音波パルスに対応する第1の受信データを記憶するメモリ8dと、メモリ8sまたは8mまたは8dのいずれかを選択するセクタ43と、第1の超音波パルスと逆位相の第2の超音波パルスに対応する第2の受信データとセクタ43で選択した第1の受信データとを加算してハーモニックモードデータを得る加算器9と、Bモードとハーモニックモードとを切り換えるモード切換部4と、受信データまたはハーモニックモードデータから画像データを生成するBモード処理部5と、画像表示データを生成するDSC6と、画像を表示するCRT7とを具備して構成されている。

【0073】モード切換部4でBモードを選択した時の撮像タイミングは、図2（第1の実施形態）と同じである。

【0074】図10は、モード切換部4でハーモニックモードを選択した時の撮像タイミングを示す説明図であ

る。時刻 t_1 に、比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス f_{s+} を送信すると、図10に破線で示す第1の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第1の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0075】時刻 t_2 は、Bモード時と同じく、時刻 t_1 から時間 τ_s を経過した時である。時刻 t_2 に、比較的中くらいのフォーカスで第1の超音波パルス f_{m+} を送信すると、図10に破線で示す第1の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_2 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第1の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_2 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0076】時刻 t_3 は、Bモード時と同じく、時刻 t_2 から時間 τ_m を経過した時である。時刻 t_3 に、比較的深いフォーカスで第1の超音波パルス f_{d+} を送信すると、図10に破線で示す第1の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_3 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第1の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_3 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0077】時刻 t_4 は、Bモード時と同じく、時刻 t_3 から時間 τ_d を経過した時である。時刻 t_4 に、比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス f_{s+} と逆位相の第2の超音波パルス f_{s-} を送信すると、図10に破線で示す第2の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_4 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第2の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_4 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0078】時刻 t_5 は、Bモード時と同じく、時刻 t_4 から時間 τ_s を経過した時である。時刻 t_5 に、比較的中くらいのフォーカスで第1の超音波パルス f_{m+} と逆位相の第2の超音波パルス f_{m-} を送信すると、図10に破線で示す第2の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_5 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第2の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_5 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0079】時刻 t_6 は、Bモード時と同じく、時刻 t_5 から時間 τ_m を経過した時である。時刻 t_6 に、比較的深いフォーカスで第1の超音波パルス f_{d+} と逆位相の第2の超音波パルス f_{d-} を送信すると、図10に破線で示す第2の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_6 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第2の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_6 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0080】時刻 t_7 は、Bモード時と同じく、時刻 t_6 から時間 τ_d を経過した時である。時刻 t_7 に、次の音線上の比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス f_{s+} を送信すると、図10に破線で示す第1の受信データの基本成分の強度は、時刻 t_7 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す第1の受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_7 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。以下、同様の動作が繰り返される。

【0081】加算器9で第1の受信データと第2の受信データを加算すると、基本成分は位相が逆相になっているので打ち消され、ハーモニック成分は位相が同相になっているので2倍になる。つまり、ハーモニック成分のみが得られる。ここで、図10のフェーズインバージョン法では、例えば時刻 t_2 の第1の超音波パルス f_{m+} の送信時には超音波パルス f_{s+} に対する受信データの基本成分が混入し、時刻 t_5 の第2の超音波パルス f_{m-} の送信時には超音波パルス f_{s-} に対する受信データの基本成分が混入し、混入する基本成分が同じで逆位相となるため打ち消され、良好なハーモニック画像が得られる。

【0082】- 第5の実施形態 -

図11は、第5の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。この超音波診断装置50は、超音波探触子1と、超音波探触子1を駆動して超音波パルスを被検体内へ送信すると共に被検体内から超音波エコーを受信して受信データを出力する送受信部52と、ある音線についての第1の超音波パルスに対応する第1の受信データを記憶するメモリ8aと、別の音線についての第1の超音波パルスに対応する第1の受信データを記憶するメモリ8bと、メモリ8aまたは8bのいずれかを選択するセレクトア53と、第1の超音波パルスと逆位相の第2の超音波パルスに対応する第2の受信データとセレクトア53で選択した第1の受信データとを加算してハーモニックモードデータを得る加算器9と、Bモードとハーモニックモードとを切り換えるモード切換部4と、受信データまたはハーモニックモードデータから画像データを生成するBモード処理部5と、画像表示データを生成するDSC6と、画像を表示するCRT7とを具備して構成されている。

【0083】モード切換部4でBモードを選択した時の撮像タイミングは、図2（第1の実施形態）と同じである。

【0084】図12は、1フレームを構成する音線の概念図である。浅いフォーカスの超音波パルス f_s 、中くらいのフォーカスの超音波パルス f_m 、および深いフォーカスの超音波パルス f_d で1音線が得られ、方向の異なる音線#0～#5で1フレームが形成されるものとする。

【0085】図13は、モード切換部4でハーモニック

モードを選択した時の撮像タイミングを示す説明図である。時刻 t_1 に、音線#0上の比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス f_{s+} を送信すると、図13に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_1 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_1 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。

【0086】時刻 t_2 は、Bモード時と同じく、時刻 t_1 から時間 τ_s を経過した時である。時刻 t_2 に、音線#3上の比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス f_{s+} を送信すると、図13に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_2 を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_2 から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間 τ_s は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、Bモード時と同じである。しかし、音線#0と#3とは、方向が異なっているため、超音波パルス f_{s+} に対する基本成分が超音波パルス f_{s+} に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0087】時刻 t_3' は、時刻 t_2 から時間 τ_s を経過した時である。時刻 t_3' に、音線#0上の比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス f_{s+} と逆位相の第2の超音波パルス f_{s-} を送信すると、図13に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 t_3' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 t_3' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_2 から時刻 t_3' までの時間 τ_s は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、Bモード時と同じである。しかし、音線#0と#3とは、方向が異なっているため、超音波パルス f_{s+} に対する基本成分が超音波パルス f_{s-} に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0088】時刻 T_4' は、時刻 t_3' から時間 τ_s を経過した時である。時刻 T_4' に、音線#3上の比較的浅いフォーカスで第1の超音波パルス f_{s+} と逆位相の第2の超音波パルス f_{s-} を送信すると、図13に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻 T_4' を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻 T_4' から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻 t_3' から時刻 T_4' までの時間 τ_s は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、Bモード時と同じである。しかし、音線#0と#3とは、方向が異なっているため、超音波パルス f_{s-} に対する基本成分が超音波パルス#3

f s - に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0089】時刻T5'は、時刻T4'から時間 τ_s を経過した時である。時刻T5'に、音線#0上の比較的中くらいのフォーカスで第1の超音波パルス#0 f m +を送信すると、図13に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻T5'を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻T5'から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻T4'から時刻T5'までの時間 τ_s は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、Bモード時と同じである。しかし、音線#0と#3とは、方向が異なっているため、超音波パルス#3 f s - に対する基本成分が超音波パルス#0 f m + に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。

【0090】時刻T6'は、時刻T5'から時間 τ_m を経過した時である。時刻T6'に、音線#3上の比較的中くらいのフォーカスで第1の超音波パルス#3 f m +を送信すると、図13に破線で示す受信データの基本成分の強度は、時刻T6'を最大として時間の経過と共に低下してゆく。また、実線で示す受信データのハーモニック成分の強度は、時刻T6'から少し遅れて最大になり、時間の経過と共に急速に低下してゆく。ここで、時刻T5'から時刻T6'までの時間 τ_m は、基本成分が大きくなっているにもかかわらず、Bモード時と同じである。しかし、音線#0と#3とは、方向が異なっているため、超音波パルス#0 f m + に対する基本成分が超音波パルス#3 f m + に対する基本成分に混入しても、無視できる程度となる。以下、同様の動作が繰り返される。

【0091】加算器9で第1の受信データと第2の受信データを加算すると、基本成分は位相が逆相になっているので打ち消され、ハーモニック成分は位相が同相になっているので2倍になる。つまり、ハーモニック成分のみが得られる。ここで、図13のフェーズインバージョン法では、前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できるような異なる方向の音線上のフォーカスに今回の超音波パルスを送信するから、混入による弊害が現れず、良好なハーモニック画像が得られる。

【0092】

【発明の効果】本発明の超音波撮像方法および超音波診断装置によれば、今回の超音波パルスに対する受信データの基本成分に前回の超音波パルスに対する受信データの基本成分が無視できない強さで混入することにより良好なハーモニック画像が得られなくなることを防止でき、良好なハーモニック画像が得られるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態にかかる超音波診断装置を示す

構成図である。

【図2】第1の実施形態にかかる超音波診断装置におけるBモード時の動作を示すタイミング図である。

【図3】第1の実施形態にかかる超音波診断装置におけるハーモニックモード時の動作を示すタイミング図である。

【図4】第2の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。

【図5】フレームを形成する音線と音線上のフォーカスの説明図である。

【図6】第2の実施形態にかかる超音波診断装置におけるハーモニックモード時の動作を示すタイミング図である。

【図7】第3の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。

【図8】第3の実施形態にかかる超音波診断装置におけるハーモニックモード時の動作を示すタイミング図である。

【図9】第4の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。

【図10】第4の実施形態にかかる超音波診断装置におけるハーモニックモード時の動作を示すタイミング図である。

【図11】第5の実施形態にかかる超音波診断装置を示す構成図である。

【図12】フレームを形成する音線と音線上のフォーカスの説明図である。

【図13】第5の実施形態にかかる超音波診断装置におけるハーモニックモード時の動作を示すタイミング図である。

【図14】従来の超音波診断装置におけるBモード時の動作を示すタイミング図である。

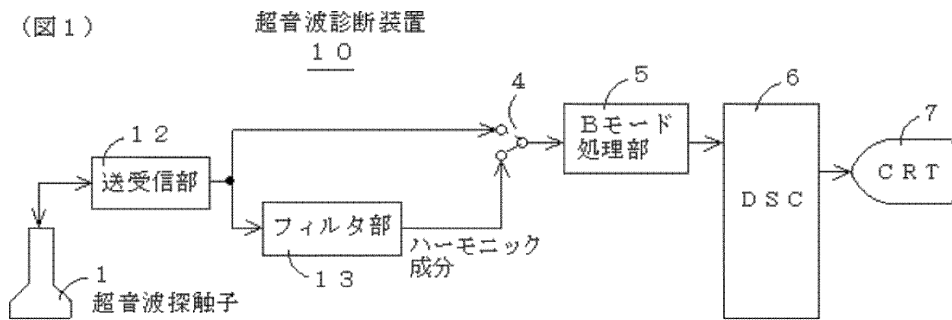
【図15】従来の超音波診断装置におけるフィルタ法によるハーモニックモード時の動作を示すタイミング図である。

【図16】従来の超音波診断装置におけるフェーズインバージョン法によるハーモニックモード時の動作を示すタイミング図である。

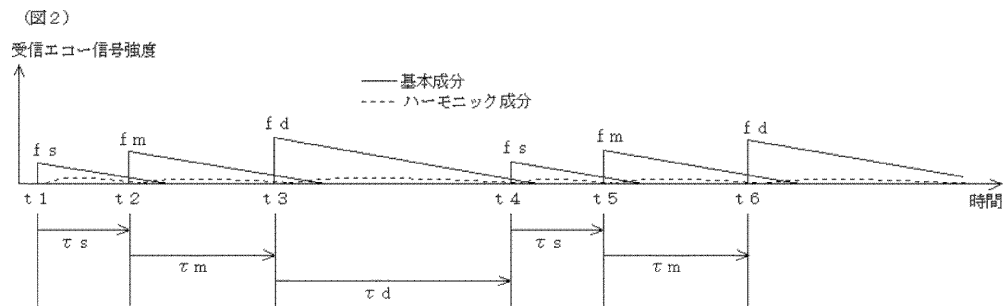
【符号の説明】

1	超音波探触子
4	モード切換部
5	Bモード処理部
6	D S C
7	C R T
8 , 8 a , 8 b , 8 s , 8 m , 8 d	メモリ
9	加算器
10 , 20 , 30 , 40 , 50	超音波診断装置
12 , 22 , 32 , 42 , 52	送受信部
13	フィルタ部

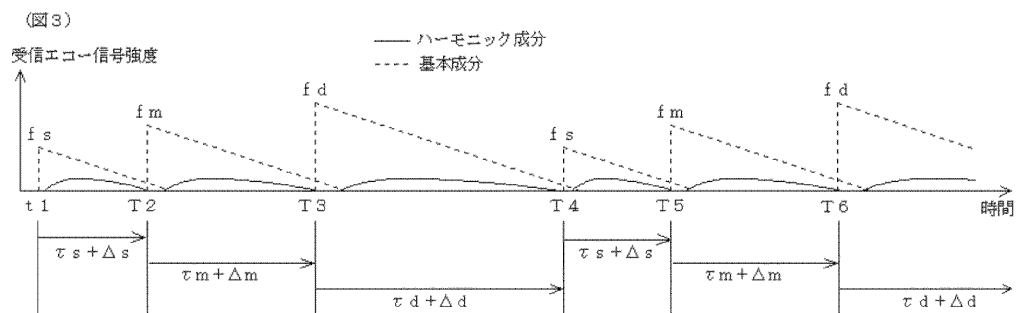
【図1】



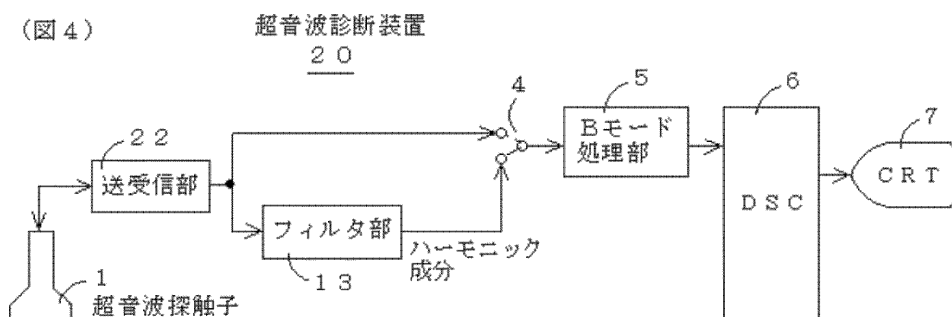
【図2】



【図3】

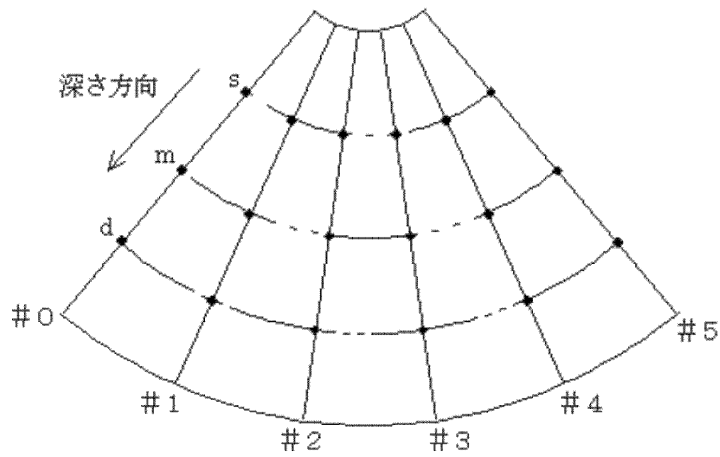


【図4】

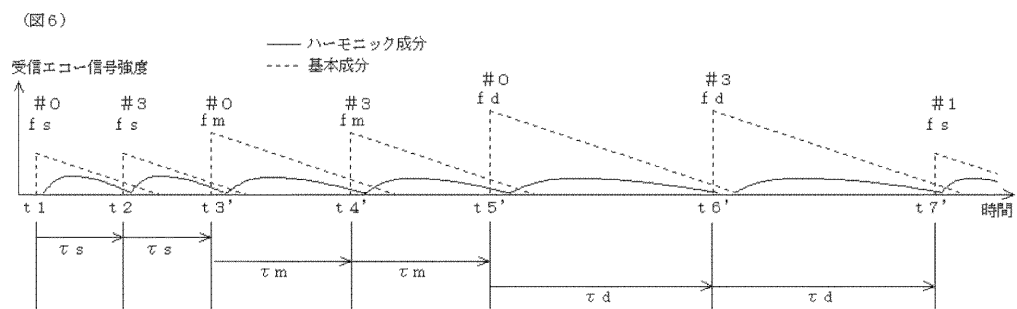


【図5】

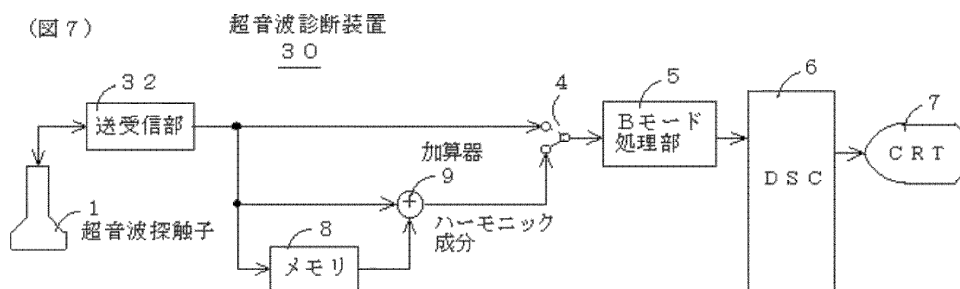
(図5)



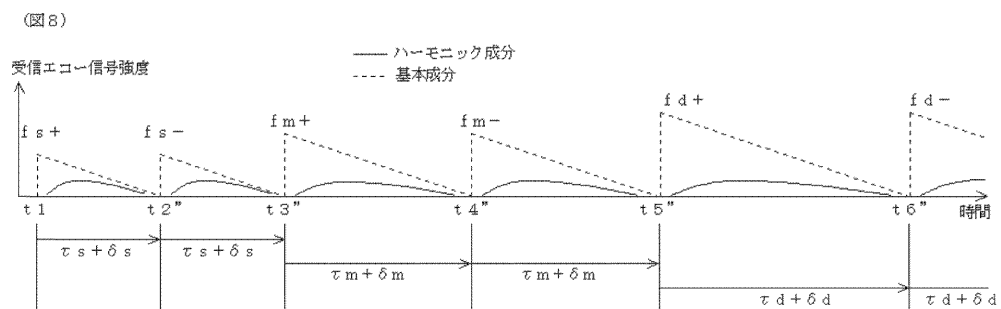
【図6】



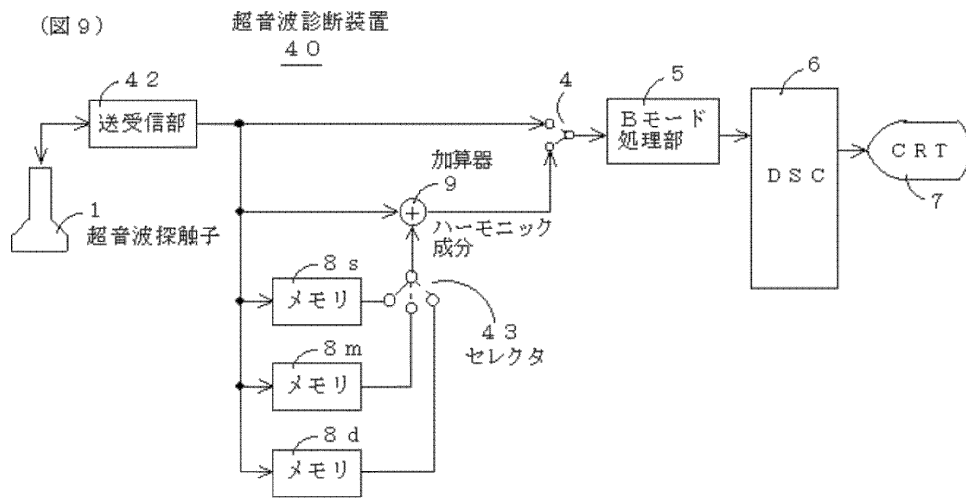
【図7】



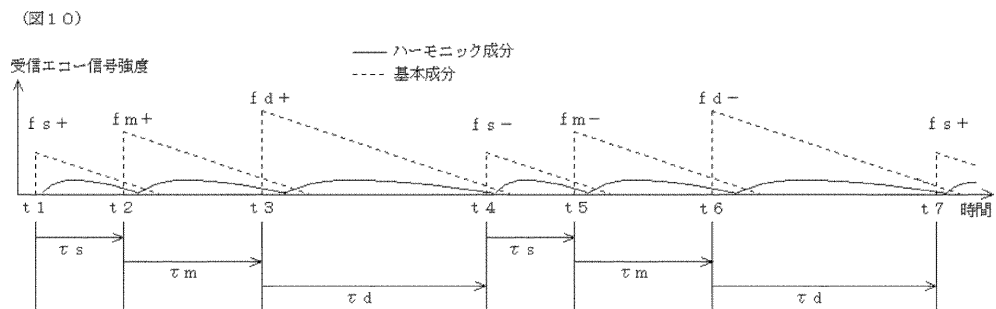
【図8】



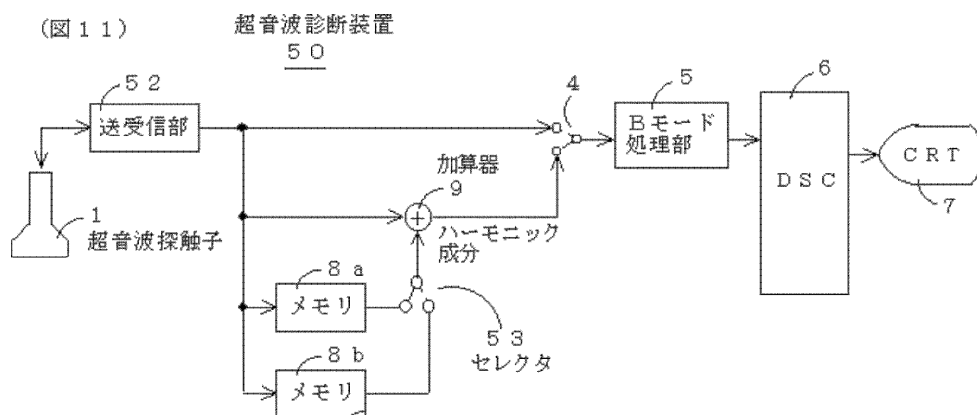
【図9】



【図10】

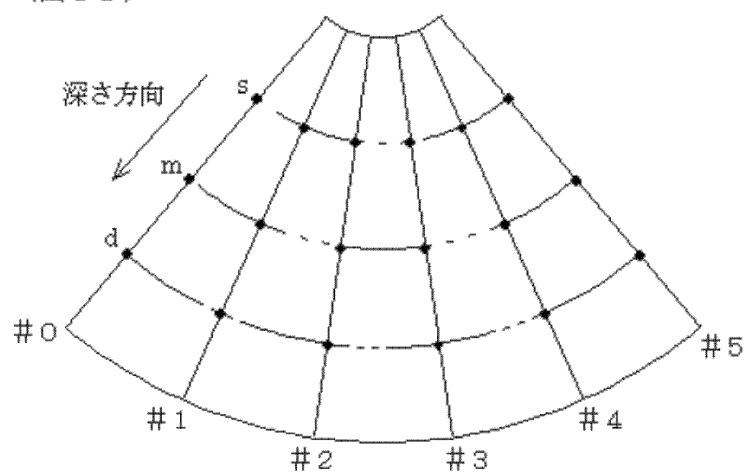


【図11】



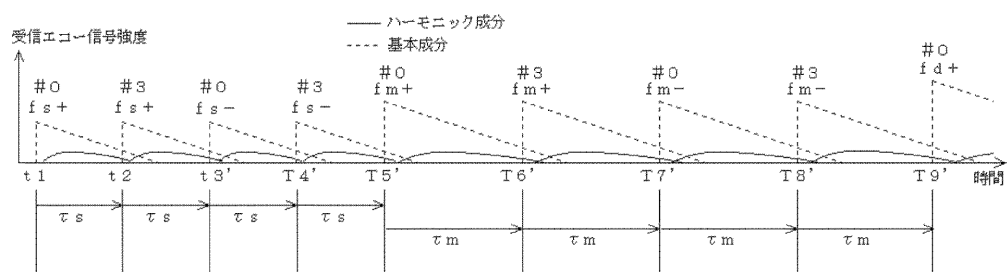
【図12】

(図12)



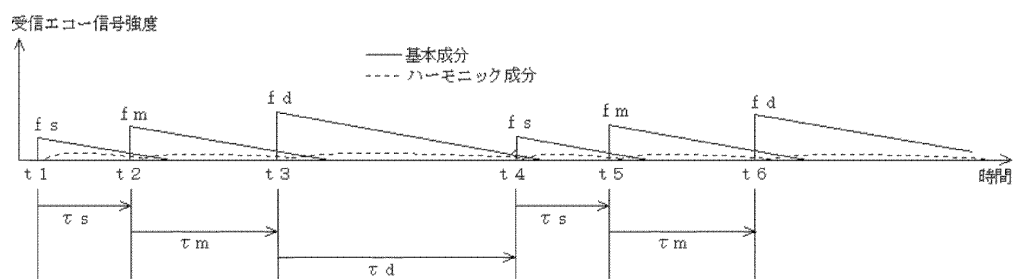
【図13】

(図13)

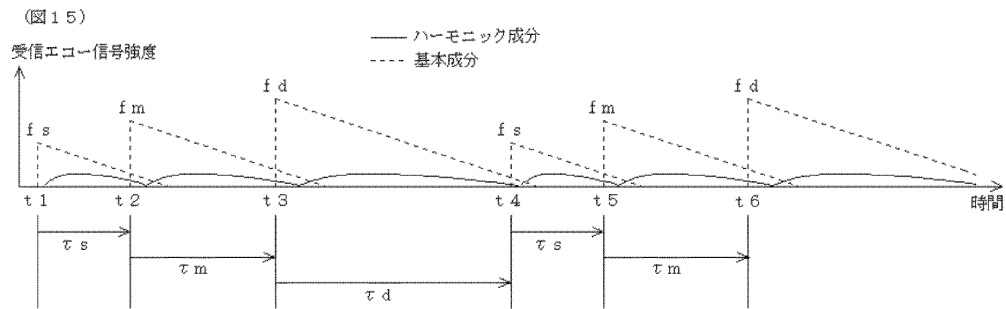


【図14】

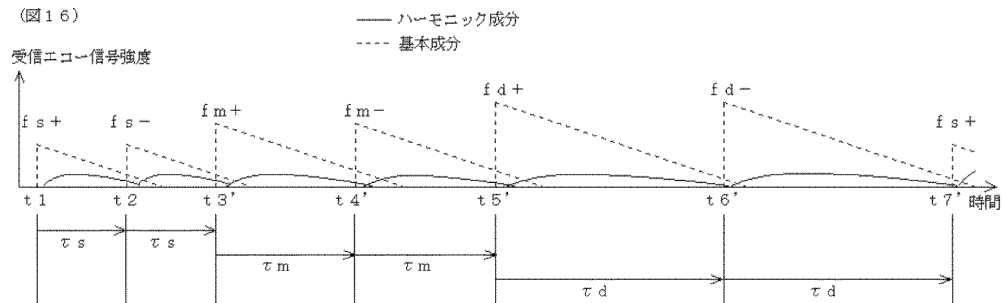
(図14)



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 浩

東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127
ジーイー横河メディカルシステム株式会社
内

Fターム(参考) 4C301 AA01 CC02 DD15 EE07 HH01

HH07 HH11 HH17 HH25 HH37

HH48 JB29 JB37 LL04 LL05

4C601 DD18 EE04 HH04 HH14 HH26

(72)発明者 雨宮 慎一

東京都日野市旭ヶ丘4丁目7番地の127
ジーイー横河メディカルシステム株式会社
内

HH30 HH35 JB01 JB28 JB34

JB45 JB55 KK12 LL01 LL02

LL05

专利名称(译)	超声波成像方法和超声波诊断装置		
公开(公告)号	JP2003102733A	公开(公告)日	2003-04-08
申请号	JP2001287989	申请日	2001-09-21
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	橋本浩 雨宮慎一		
发明人	橋本 浩 雨宮 慎一		
IPC分类号	A61B8/14 A61B8/00 B06B1/02 G01S7/52		
CPC分类号	G01S15/8963 B06B1/0215 B06B2201/76 G01S7/52026 G01S7/52046 G01S7/5206 G01S7/52085		
FI分类号	A61B8/14 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C301/AA01 4C301/CC02 4C301/DD15 4C301/EE07 4C301/HH01 4C301/HH07 4C301/HH11 4C301/HH17 4C301/HH25 4C301/HH37 4C301/HH48 4C301/JB29 4C301/JB37 4C301/LL04 4C301/LL05 4C601/DD18 4C601/EE04 4C601/HH04 4C601/HH14 4C601/HH26 4C601/HH30 4C601/HH35 4C601/JB01 4C601/JB28 4C601/JB34 4C601/JB45 4C601/JB55 4C601/KK12 4C601/LL01 4C601/LL02 4C601/LL05 4C601/DE08		
其他公开文献	JP3984810B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：解决由于先前接收数据的基本分量的尾部混合到最新接收数据的基本分量中而不能获得极好的谐波图像的问题。解决方案：在通过相位反转方法操作谐波模式时，第一超声脉冲被连续地发送到同一声线上的多个焦点，并且每个具有与第一超声脉冲的反相的第二超声脉冲被连续地发送到多个重点放在同一声线上。因此，因为接收数据的基本分量的尾部将超声波脉冲恰好在混合之前传送到接收数据的基本分量到第一超声波脉冲，并且尾部的接收数据的基本分量到超声波恰好在混合到接收数据的基本分量之前发送到第二超声波脉冲的脉冲变得相等并且通过相加来抵消以获得优良的谐波图像。

