

(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2011-4924

(P2011-4924A)

(43) 公開日 平成23年1月13日(2011.1.13)

(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 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2009-150794 (P2009-150794)
(22) 出願日 平成21年6月25日 (2009. 6. 25)

(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
(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 井上 敬章
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 EE04 EE08 HH27 HH28 HH29
JB37 JB45 JB51

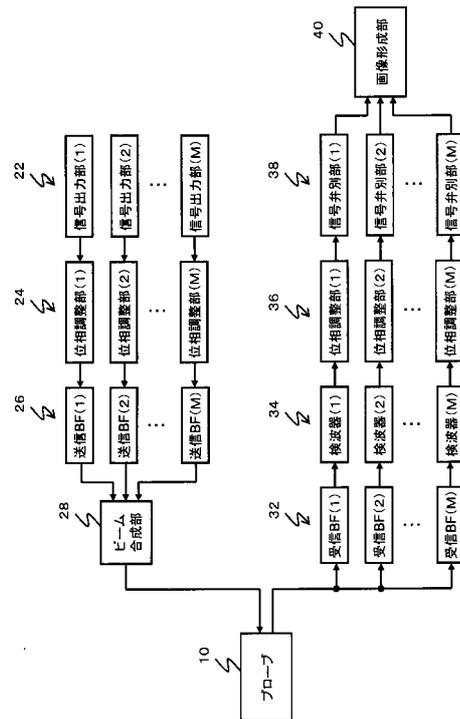
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】並列的に複数方向に形成される超音波ビームを弁別する新しい原理を提供する。

【解決手段】並列的に複数の方向に送信ビームを形成して各方向ごとに受信ビームを形成し、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、複数の方向の各々について複数回に亘って送信ビームと受信ビームを形成する。その際に、各方向ごとに且つ各回ごとに設定されたシフト量だけ位相をずらした送信信号に基づいて、各方向ごとに且つ各回ごとに送信ビームを形成する。また、各方向ごとに且つ各回ごとに受信ビームを形成して得られる受信信号について、各方向ごとに且つ各回ごとに設定された前記シフト量だけ位相を戻す。そして、複数回に亘って得られる位相を戻された複数の受信信号に基づいてその方向に対応した受信信号を形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受波するプローブと、
送信信号に基づいてプローブを制御することにより送信ビームを形成する送信部と、
プローブから得られる信号に基づいて受信ビームを形成して受信信号を得る受信部と、
受信信号に基づいて超音波画像を形成する画像形成部と、
を有し、

前記送信部と前記受信部は、並列的に複数の方向に送信ビームを形成して各方向ごとに受信ビームを形成し、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、複数の方向の各々について複数回に亘って送信ビームと受信ビームを形成し、

前記送信部は、各方向ごとに且つ各回ごとに設定されたシフト量だけ位相をずらした送信信号に基づいて、各方向ごとに且つ各回ごとに送信ビームを形成し、

前記受信部は、各方向ごとに且つ各回ごとに受信ビームを形成して得られる受信信号について、各方向ごとに且つ各回ごとに設定された前記シフト量だけ位相を戻す、

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において、

前記受信部は、各方向ごとに、複数回に亘って得られる位相を戻された複数の受信信号に基づいてその方向に対応した受信信号を形成する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の超音波診断装置において、

前記受信部は、各方向ごとに、複数回に亘って得られる位相を戻された複数の受信信号を合成することにより、当該複数の受信信号に含まれる別方向の送信ビームから得られる受信信号成分を低減する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記送信部と前記受信部は、並列的に互いに異なる 2 方向に送信ビームを形成して各方向ごとに受信ビームを形成し、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、2 方向の各々について 2 回に亘って送信ビームと受信ビームを形成し、

前記受信部は、各方向ごとに、2 回に亘って得られる位相を戻された 2 つの受信信号を加算することにより、当該 2 つの受信信号に含まれる別方向の送信ビームから得られる受信信号成分同士を相殺する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置において、

前記送信部と前記受信部は、並列的に互いに異なる 3 方向に送信ビームを形成して各方向ごとに受信ビームを形成し、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、3 方向の各々について 2 回に亘って送信ビームと受信ビームを形成し、

前記受信部は、各方向ごとに、2 回に亘って得られる位相を戻された 2 つの受信信号を加算することにより、当該 2 つの受信信号に含まれる別の 2 方向の送信ビームから得られる受信信号成分を低減する、

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、並列的に複数の方向に超音波ビームを形成する技術に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

超音波診断装置において、超音波ビームのビーム密度を高めると超音波画像の解像度を高めることができ、一方、超音波ビームを走査する際のフレームレートを高めると組織などの動きに対する追従性を高めることができる。ところが、ビーム密度とフレームレートは、互いにトレードオフの関係にあるため、高いビーム密度と高いフレームレートを両立させることは容易ではない。

【 0 0 0 3 】

高いビーム密度と高いフレームレートを両立させる技術として、並列的に複数の方向に超音波ビームを形成する多方向同時送受信の技術が知られており、例えば下記特許文献などに記載されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 1 1 3 6 9 4 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 4 - 9 7 6 8 1 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 5 - 1 5 2 6 2 8 号 公 報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 5 - 1 3 1 4 0 7 号 公 報

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

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 5 】

多方向同時送受信においては、複数の方向に対してほぼ同時に超音波ビームを形成して各方向ごとに受信信号を得るため、互いに異なる方向同士のクロストークが問題となる。このクロストークを低減するためには、並列的に（ほぼ同時に）形成される複数の超音波ビーム間におけるビームの弁別が必要となる。本願の発明者は、そのビームの弁別について研究開発を重ねてきた。

【 0 0 0 6 】

本発明は、その研究開発の過程において成されたものであり、その目的は、並列的に複数の方向に形成される超音波ビームを弁別する新しい原理を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 7 】

上記目的にかなう本発明の好適な態様の超音波診断装置は、超音波を送受波するプローブと、送信信号に基づいてプローブを制御することにより送信ビームを形成する送信部と、プローブから得られる信号に基づいて受信ビームを形成して受信信号を得る受信部と、受信信号に基づいて超音波画像を形成する画像形成部と、を有し、前記送信部と前記受信部は、並列的に複数の方向に送信ビームを形成して各方向ごとに受信ビームを形成し、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、複数の方向の各々について複数回に亘って送信ビームと受信ビームを形成し、前記送信部は、各方向ごとに且つ各回ごとに設定されたシフト量だけ位相をずらした送信信号に基づいて、各方向ごとに且つ各回ごとに送信ビームを形成し、前記受信部は、各方向ごとに且つ各回ごとに受信ビームを形成して得られる

40

受信信号について、各方向ごとに且つ各回ごとに設定された前記シフト量だけ位相を戻すことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

望ましい態様において、前記受信部は、各方向ごとに、複数回に亘って得られる位相を戻された複数の受信信号に基づいてその方向に対応した受信信号を形成する、ことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

望ましい態様において、前記受信部は、各方向ごとに、複数回に亘って得られる位相を戻された複数の受信信号を合成することにより、当該複数の受信信号に含まれる別方向の送信ビームから得られる受信信号成分を低減する、ことを特徴とする。

50

【0010】

望ましい態様において、前記送信部と前記受信部は、並列的に互いに異なる2方向に送信ビームを形成して各方向ごとに受信ビームを形成し、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、2方向の各々について2回に亘って送信ビームと受信ビームを形成し、前記受信部は、各方向ごとに、2回に亘って得られる位相を戻された2つの受信信号を加算することにより、当該2つの受信信号に含まれる別方向の送信ビームから得られる受信信号成分同士を相殺する、ことを特徴とする。

【0011】

望ましい態様において、前記送信部と前記受信部は、並列的に互いに異なる3方向に送信ビームを形成して各方向ごとに受信ビームを形成し、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、3方向の各々について2回に亘って送信ビームと受信ビームを形成し、前記受信部は、各方向ごとに、2回に亘って得られる位相を戻された2つの受信信号を加算することにより、当該2つの受信信号に含まれる別の2方向の送信ビームから得られる受信信号成分を低減する、ことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明により、並列的に複数の方向に形成される超音波ビームを弁別する新しい原理が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0013】

20

【図1】本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態を示す図である。

【図2】超音波ビームの形成処理を説明するための図である。

【図3】2方向2回送受信の場合における位相シフト量の一例を示す図である。

【図4】1回目の送信と2回目の送信における信号の位相を示す図である。

【図5】1回目の受信と2回目の受信における信号の位相を示す図である。

【図6】2回の受信信号の加算を示す図である。

【図7】2方向2回送受信の場合における位相シフト量の他の例を示す図である。

【図8】3方向2回送受信の場合における位相シフト量の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

30

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機能ブロック図である。

【0015】

プローブ10は、超音波を送受波する超音波探触子である。プローブ10は、複数の振動素子を備えており、それら複数の振動素子が電子的に走査制御されて診断領域内で超音波を送受波する。プローブ10は、二次元空間内で超音波を送受波してもよいし、三次元空間内に亘って超音波を送受波してもよい。

【0016】

本実施形態においては、送信信号に基づいてプローブ10が制御されることにより送信ビームが形成され、また、プローブ10から得られる信号に基づいて受信ビームが形成される。この送信ビームと受信ビームの形成において、並列的に複数の方向に超音波ビームを形成する多方向同時送受信が行われる。つまり、並列的に複数の方向に送信ビームが形成され、各方向ごとに受信ビームが形成される。さらに、その並列的な形成処理を繰り返すことにより、複数の方向の各々について複数回に亘って送信ビームと受信ビームが形成される。

40

【0017】

図2は、図1の超音波診断装置による超音波ビームの形成処理を説明するための図である。図2には、A方向とB方向の2方向に対して並列的に超音波ビームを形成する例が示されている。

【0018】

50

まず、1回目の形成処理において、A方向とB方向の2方向に対して並列的に送信ビームが形成され、A方向とB方向の各方向ごとに受信ビームが形成される。A方向とB方向の送信ビームは同時に形成される。なお、A方向とB方向の送信ビームは、同時とみなせる程度の時差だけずれて形成されてもよい。

【0019】

次に、2回目の形成処理において、1回目と同じA方向とB方向の2方向に対して並列的に送信ビームが形成され、A方向とB方向の各方向ごとに受信ビームが形成される。さらに、次々に、1回目と同じA方向とB方向の2方向に対して並列的に送信ビームが形成されて各方向ごとに受信ビームが形成され、例えば、N回目まで繰り返される。

【0020】

N回目までの繰り返し処理が終了すると、A方向とB方向の間の角度（例えば20°～30°程度）を維持しつつ、超音波ビームが走査され、新しく設定されたA方向とB方向において、さらにN回目までの繰り返し処理が実行される。こうして、例えば図2に示す扇形の走査領域の全域に亘って超音波ビームが走査される。

【0021】

図1に戻り、本実施形態における超音波の送受信について詳述する。複数の信号出力部22は、並列的に超音波ビームが形成される複数の方向（1～M）の各々に対応した送信信号を出力する。各信号出力部22から出力された送信信号は、各位相調整部24において位相を調整されてから、各送信BF26へ送られる。

【0022】

複数の送信BF26は、並列的に超音波ビームが形成される複数の方向（1～M）の各々に対応した送信ビームフォーマである。各送信BF26は、信号出力部22から位相調整部24を介して送られる送信信号に基づいて送信ビームを形成する。例えば、A方向とB方向の2方向（図2参照）による多方向同時送受信の場合には、送信BF26として送信BF（1）と送信BF（2）のみが存在し、または、送信BF（1）と送信BF（2）のみが機能し、送信BF（1）がA方向に送信ビームを形成して送信BF（2）がB方向に送信ビームを形成する。

【0023】

複数の送信BF26において形成された複数の送信ビームは、ビーム合成部28において合成される。ビーム合成部28は、複数の送信ビームを並列的に形成するように、プローブ10が備える複数の振動素子を駆動する。

【0024】

複数の受信BF32は、並列的に超音波ビームが形成される複数の方向（1～M）の各々に対応した受信ビームフォーマである。各受信BF32は、プローブ10が備える複数の振動素子から得られる複数の信号に基づいて受信ビームを形成する。例えば、A方向とB方向の2方向（図2参照）による多方向同時送受信の場合には、受信BF32として受信BF（1）と受信BF（2）のみが存在し、または、受信BF（1）と受信BF（2）のみが機能し、受信BF（1）がA方向の受信ビームを形成して受信BF（2）がB方向の受信ビームを形成する。

【0025】

各受信BF32において受信ビームが形成されると、その受信ビームに沿った受信RF信号が各検波器34において検波されてベースバンドの受信信号が形成される。さらに、検波された受信信号は、各位相調整部36において位相を調整されてから、各信号弁別部38へ送られる。後に詳述するように、各信号弁別部38において、各方向に対応した受信信号に含まれる、別方向の送信ビームから得られる受信信号成分が、低減もしくは完全に除去される。画像形成部40は、受信信号に基づいて、例えばBモード画像やカラードプラ画像などの超音波画像を形成する。

【0026】

本実施形態においては、各方向ごとに且つ各回ごとに設定されたシフト量だけ位相をずらした送信信号に基づいて、各方向ごとに且つ各回ごとに送信ビームが形成される。また

10

20

30

40

50

、各方向ごとに且つ各回ごとに受信ビームを形成して得られる受信信号について、各方向ごとに且つ各回ごとに設定された前記シフト量だけ位相が戻される。そして、複数回に亘って得られる位相を戻された複数の受信信号に基づいて、各方向に対応した受信信号が形成される。

【 0 0 2 7 】

例えば A 方向と B 方向の 2 方向（図 2 参照）による多方向同時送受信の場合において、A 方向の送信信号 $A(t)$ と B 方向の送信信号 $B(t)$ は、それぞれのエンベロープを $a(t)$ 、 $b(t)$ として送信信号の各周波数を c とすると次式のように表現できる。例えば、図 1 の信号出力部（1）から送信信号 $A(t)$ が出力されて信号出力部（2）から送信信号 $B(t)$ が出力される。

【 0 0 2 8 】

【数 1】

$$A(t) = a(t) \times \exp[-j\omega_c t] \quad (1)$$

$$B(t) = b(t) \times \exp[-j\omega_c t] \quad (2)$$

【 0 0 2 9 】

各方向ごとに且つ各回ごとに設定される位相のシフト量を $\theta_A(n)$ 、 $\theta_B(n)$ とする。n は送受信の回数である。これらのシフト量だけ位相をずらした送信信号は次式のように表現できる。例えば、図 1 の位相調整部（1）から送信信号 $A'_n(t)$ が出力されて位相調整部（2）から送信信号 $B'_n(t)$ が出力される。

【 0 0 3 0 】

【数 2】

$$A'_n(t) = A(t) \times \exp[j\theta_A(n)] \quad (3)$$

$$B'_n(t) = B(t) \times \exp[j\theta_B(n)] \quad (4)$$

【 0 0 3 1 】

送信信号 $A'_n(t)$ と送信信号 $B'_n(t)$ に基づいて 2 方向に送信ビームが形成され、各方向ごとに受信ビームが形成される。2 方向に同時に送信ビームが形成されるため、各方向ごとに得られる受信ビームには別方向の送信ビームに対応した受信成分も含まれる。そのため、各方向の受信ビームに対応した受信 RF 信号は次式のように表現できる。

【 0 0 3 2 】

【数 3】

$$RF_n(t) = \text{Re}\{\alpha \times A'_n(t) + \beta \times B'_n(t)\} \quad (5)$$

【 0 0 3 3 】

ここで、 Re はリアルパート（同相信号成分）を示しており、 α 、 β は振幅の係数である。例えば、図 1 の受信 BF（1）においては、A 方向に対応した受信ビームが形成されるため、その受信ビームから得られる受信 RF 信号については $\alpha > \beta$ となる。なお、 α と β の大きさは、以下の議論の本質に影響を与えるものではないため、 $\alpha = \beta = 1$ として数式内で省略する。

【 0 0 3 4 】

受信 RF 信号を検波すると、次式で表現されるベースバンドの受信信号（解析信号）が得られる。例えば、図 1 の検波器（1）において次式の処理が行われる。なお、次式中の LPF はローパスフィルタから抽出される成分を示している。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

【数 4】

$$\begin{aligned}
 IQ_n(t) &= |RF_n(t) \times 2 \exp[j\omega_c t]|_{LPF} \\
 &= |A'_n(t) \times 2 \exp[j\omega_c t]|_{LPF} + |B'_n(t) \times 2 \exp[j\omega_c t]|_{LPF} \\
 &= a(t) \times \exp[j\theta_A(n)] + b(t) \times \exp[j\theta_B(n)] \quad (6)
 \end{aligned}$$

【0036】

上記(6)式は、n回目の受信信号の一般式である。1回目と2回目の受信信号(解析信号)は次のように表現できる。

【0037】

【数 5】

$$IQ_1(t) = a(t) \times \exp[j\theta_A(1)] + b(t) \times \exp[j\theta_B(1)] \quad (7)$$

$$IQ_2(t) = a(t) \times \exp[j\theta_A(2)] + b(t) \times \exp[j\theta_B(2)] \quad (8)$$

【0038】

受信系では、各方向ごとに且つ各回ごとに設定されたシフト量 $\theta_A(n)$ 、 $\theta_B(n)$ だけ位相が戻される。例えば、図1の検波器(1)の後段の位相調整部(1)において位相が戻されて次式の信号が得られる。

【0039】

【数 6】

$$IQ_1'(t) = IQ_1(t) \times \exp[-j\theta_A(1)] = a(t) + b(t) \times \exp[j(\theta_B(1) - \theta_A(1))] \quad (9)$$

$$IQ_2'(t) = IQ_2(t) \times \exp[-j\theta_A(2)] = a(t) + b(t) \times \exp[j(\theta_B(2) - \theta_A(2))] \quad (10)$$

【0040】

そして、複数回に亘って得られる位相を戻された複数の受信信号(解析信号)に基づいて、各方向に対応した受信信号が形成される。例えば、図1の信号弁別部(1)において、上記(9)式と(10)式で表される2回の受信信号(解析信号)が次式のように加算される。

【0041】

【数 7】

$$\begin{aligned}
 E(t) &= |IQ_1'(t) + IQ_2'(t)| \\
 &= |2a(t) + b(t) \times (\exp[j(\theta_B(1) - \theta_A(1))] + \exp[j(\theta_B(2) - \theta_A(2))])| \quad (11)
 \end{aligned}$$

【0042】

図3は、2方向2回送受信の場合における位相シフト量の一例を示す図である。図3の例では、A方向の1回目のシフト量 $\theta_A(1)$ が $\pi/4$ であり、B方向の1回目のシフト量 $\theta_B(1)$ が $-\pi/4$ であり、A方向の2回目のシフト量 $\theta_A(2)$ が $-\pi/4$ であり、B方向の2回目のシフト量 $\theta_B(2)$ が $\pi/4$ となっている。

【0043】

図3に示すシフト量を上記(11)式に適用すると、 $\theta_B(1) - \theta_A(1) = -\pi/2$ となり、 $\theta_B(2) - \theta_A(2) = \pi/2$ となる。つまり、 $b(t)$ に関する二つの成分の位相が互いに反転関係にあり互いに相殺され、A方向の関する $a(t)$ のみを抽出することができる。

【0044】

10

20

30

40

50

図4から図6には、本実施形態における送信から受信までの各信号の位相が図示されている。

【0045】

図4は、1回目の送信と2回目の送信における信号の位相を示す図である。1回目の送信では、 $A(t)$ の位相が $\theta_A(1) = \pi/4$ だけシフトされて $A'_1(t)$ が形成され、 $B(t)$ の位相が $\theta_B(1) = -\pi/4$ だけシフトされて $B'_1(t)$ が形成される。2回目の送信では、 $A(t)$ の位相が $\theta_A(2) = -\pi/4$ だけシフトされて $A'_2(t)$ が形成され、 $B(t)$ の位相が $\theta_B(2) = \pi/4$ だけシフトされて $B'_2(t)$ が形成されている。

【0046】

図5は、A方向に関する1回目の受信と2回目の受信における信号の位相を示す図である。1回目の受信では、 $IQ_1(t)$ の位相が $\theta_{IQ_1}(1) = -\theta_A(1) = -\pi/4$ だけシフトされて $IQ'_1(t)$ が形成され、2回目の受信では、 $IQ_2(t)$ の位相が $\theta_{IQ_2}(2) = -\theta_A(2) = \pi/4$ だけシフトされて $IQ'_2(t)$ が形成されている。

【0047】

図6は、2回の受信信号の加算を示す図である。例えば、図1の信号弁別部(1)において、図5の $IQ'_1(t)$ と $IQ'_2(t)$ が加算され、図6に示すように、B方向の送信ビームから得られる受信信号成分である $b(t)$ については、位相が互いに反転関係にあり互いに相殺され、A方向の送信ビームから得られる受信信号成分である $2a(t)$ のみが抽出される。つまり、目的とする方向の受信信号成分のみが弁別される。

【0048】

図7は、2方向2回送受信の場合における位相シフト量の他の例を示す図である。図7に示す例2から例4のシフト量を上記(11)式に適用することにより、図3の例の場合と同様に、目的とする方向の受信信号成分のみを弁別することができる。

【0049】

また、例えばA方向とB方向とC方向の3方向に関する2回の多方向同時送受信にすると、上記(7)式と(8)式が次式のように拡張される。次式において $c(t)$ はC方向の送信信号に関するエンベロップであり、 $\theta_c(1)$ 、 $\theta_c(2)$ は、C方向の送信信号に関する位相のシフト量である。

【0050】

【数8】

$$IQ_1(t) = a(t) \times \exp[j\theta_A(1)] + b(t) \times \exp[j\theta_B(1)] + c(t) \times \exp[j\theta_c(1)] \quad (7')$$

$$IQ_2(t) = a(t) \times \exp[j\theta_A(2)] + b(t) \times \exp[j\theta_B(2)] + c(t) \times \exp[j\theta_c(2)] \quad (8')$$

【0051】

さらに、上記(9)式と(10)式に対応した次式が得られる。

【0052】

【数9】

$$\begin{aligned} IQ'_1(t) &= IQ_1(t) \times \exp[-j\theta_A(1)] \\ &= a(t) + b(t) \times \exp[j(\theta_B(1) - \theta_A(1))] + c(t) \times \exp[j(\theta_c(1) - \theta_A(1))] \end{aligned} \quad (9')$$

$$\begin{aligned} IQ'_2(t) &= IQ_2(t) \times \exp[-j\theta_A(2)] \\ &= a(t) + b(t) \times \exp[j(\theta_B(2) - \theta_A(2))] + c(t) \times \exp[j(\theta_c(2) - \theta_A(2))] \end{aligned} \quad (10')$$

【0053】

10

20

30

40

50

そして、上記(9')式と(10')式で表される2回の受信信号(解析信号)が加算されて次式が得られる。

【0054】

【数10】

$$E_A(t) = 2a(t) + b(t) \left(\exp[j(\theta_B(1) - \theta_A(1))] + \exp[j(\theta_B(2) - \theta_A(2))] \right) + c(t) \left(\exp[j(\theta_C(1) - \theta_A(1))] + \exp[j(\theta_C(2) - \theta_A(2))] \right) \quad (11')$$

【0055】

図8は、3方向2回送受信の場合における位相シフト量の一例を示す図である。図8の例では、1回目のシフト量が、 $\theta_A(1) = 0$ 、 $\theta_B(1) = 2/3$ 、 $\theta_C(1) = 4/3$ であり、2回目のシフト量が、 $\theta_A(2) = 0$ 、 $\theta_B(2) = 4/3$ 、 $\theta_C(2) = 2/3$ となっている。

10

【0056】

さらに、並列的に超音波ビームが形成される複数の方向数をLとし、送信方向の信号成分を $F_1(t)$ とし、目的とする受信方向を $l_0(1 \leq l_0 \leq L)$ とし、送信回数をNとすると、上記(11)式や(11')式が次のように一般化される。

【0057】

【数11】

$$[l_0 = 1] \quad E_1(t) = N \times F_1(t) + \sum_{l=2}^L \left(F_l(t) \sum_{n=1}^N \exp[j(\theta_l(n) - \theta_1(n))] \right) \quad (11-1)$$

20

$[1 < l_0 < L]$

$$E_{l_0}(t) = N \times F_{l_0}(t) + \sum_{l=1}^{l_0-1} \left(F_l(t) \sum_{n=1}^N \exp[j(\theta_l(n) - \theta_{l_0}(n))] \right) + \sum_{l=l_0+1}^L \left(F_l(t) \sum_{n=1}^N \exp[j(\theta_l(n) - \theta_{l_0}(n))] \right) \quad (11-2)$$

30

$[l_0 = L]$

$$E_L(t) = N \times F_L(t) + \sum_{l=1}^{L-1} \left(F_l(t) \sum_{n=1}^N \exp[j(\theta_l(n) - \theta_L(n))] \right) \quad (11-3)$$

【0058】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態は、あらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。本発明は、その本質を逸脱しない範囲で各種の変形形態を包含する。

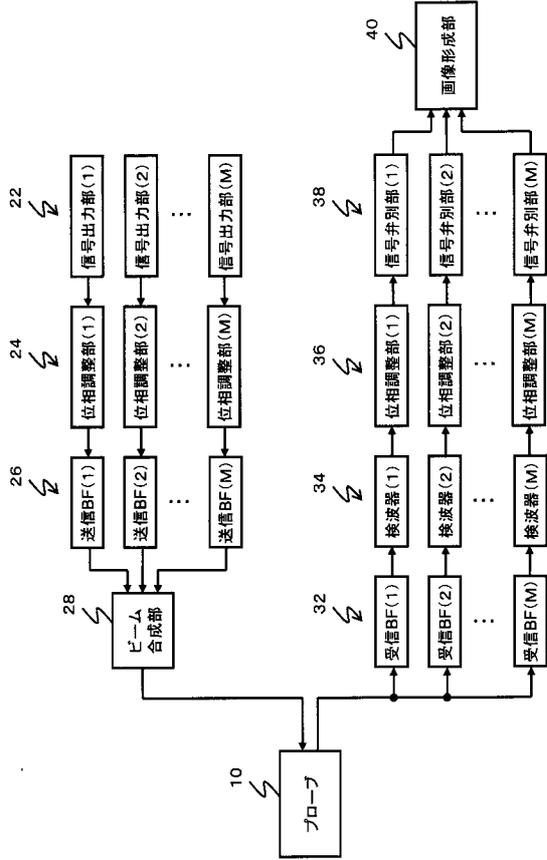
40

【符号の説明】

【0059】

10 プローブ、22 信号出力部、24 位相調整部、26 送信BF、28 ビーム合成部、32 受信BF、36 位相調整部、38 信号弁別部、40 画像形成部。

【 図 1 】

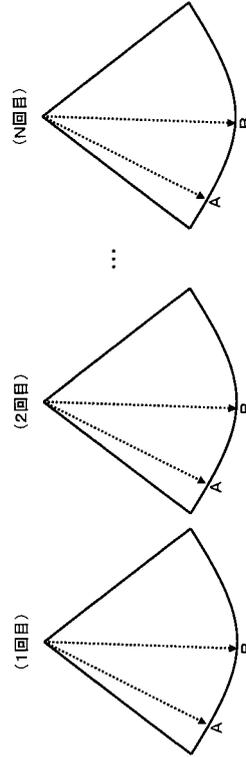


【 図 3 】

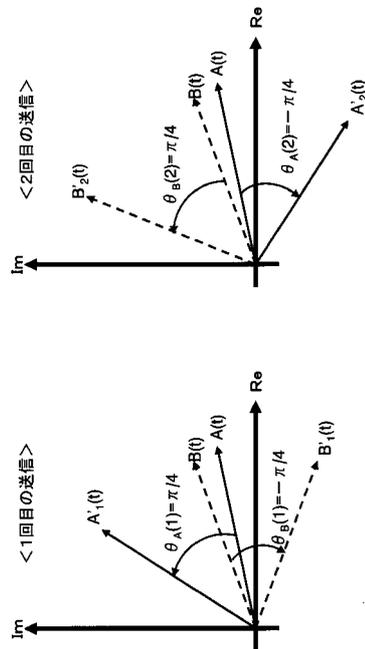
<位相シフト量(例1)>

	ビーム回数	
	1回目	2回目
A方向	$\pi/4$	$-\pi/4$
B方向	$-\pi/4$	$\pi/4$
ビーム方向		

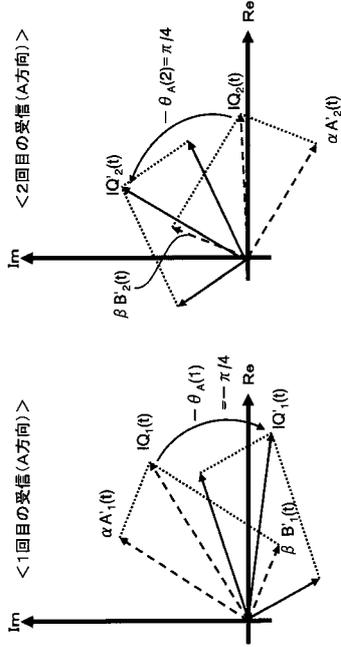
【 図 2 】



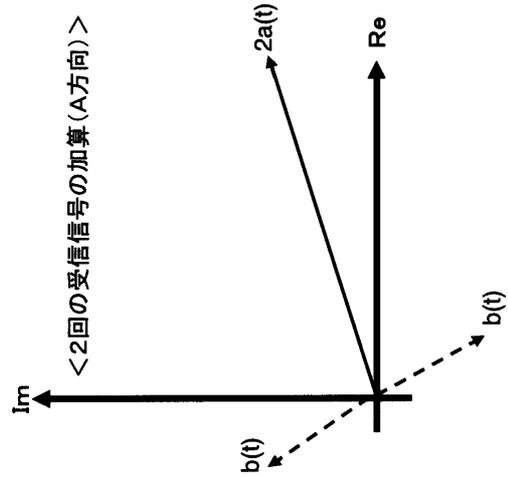
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

<位相シフト量(例3)>

	ビーム回数	
	1回目	2回目
A方向	0	0
B方向	$\pi/2$	$-\pi/2$
ビーム方向		

<位相シフト量(例2)>

	ビーム回数	
	1回目	2回目
A方向	0	0
B方向	π	0
ビーム方向		

<位相シフト量(例4)>

	ビーム回数	
	1回目	2回目
A方向	$-\pi$	$-\pi/2$
B方向	$\pi/6$	$-\pi/3$
ビーム方向		

【 図 8 】

<位相シフト量(3方向2回)>

	ビーム回数	
	1回目	2回目
	A方向	0
B方向	$2\pi/3$	$4\pi/3$
C方向	$4\pi/3$	$2\pi/3$
ビーム方向		

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2011004924A	公开(公告)日	2011-01-13
申请号	JP2009150794	申请日	2009-06-25
[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		
[标]发明人	井上敬章		
发明人	井上 敬章		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/EE08 4C601/HH27 4C601/HH28 4C601/HH29 4C601/JB37 4C601/JB45 4C601/JB51		
代理人(译)	吉田健治 石田 纯		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种区分在多个方向上平行形成的超声波束的新原理。发送波束在多个方向上平行形成，接收波束在每个方向上形成，并且通过并行地重复形成处理，在多个方向中的每个方向上执行多次发送处理。形成光束和接收光束。此时，基于相位偏移了每个方向和每次设置的偏移量的发送信号，每个方向形成发送波束。另外，对于通过每个方向和每次形成接收波束而获得的接收信号，相位返回由每个方向和每次设置的移位量。然后，基于通过返回多次获得的相位而获得的多个接收信号，形成对应于该方向的接收信号。 [选图]图1

