

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体に含まれる所定の領域を、最も浅い第1の領域とそれよりも深い第2の領域とに少なくとも区分して超音波を走査することにより画像情報を得る超音波撮像方法であって、

前記第1の領域に対し、複数の超音波トランスデューサを用いて1つの方向に焦点を合わせて超音波を送受信して複数の点における超音波画像をサンプリングし、該方向を変化させることにより前記第1の領域を走査するステップ(a)と、

前記第2の領域に対し、所定の時間内に前記複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向の各々に焦点を合わせて超音波を順次送信し、その後前記複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向からそれぞれ反射された超音波を受信して各方向の複数の点における超音波画像をサンプリングするステップ(b)と、

ステップ(a)において前記複数の超音波トランスデューサから得られた検出信号に基づいて、第1の領域における複数の点の画像情報を得るステップ(c)と、

ステップ(b)において前記複数の超音波トランスデューサから得られた検出信号に基づいて、第2の領域における複数の点の画像情報を得るステップ(d)と、を具備する超音波撮像方法。

【請求項2】 ステップ(b)が、前記第2の領域よりも深度の浅い領域から反射される超音波パルスが前記複数の超音波トランスデューサに到達する時間内に、複数の方向の各々に焦点を合わせて超音波を順次送信することを特徴とする請求項1記載の超音波撮像方法。

【請求項3】 前記複数の方向を変化させながらステップ(b)を繰り返すことを特徴とする請求項1又は2記載の超音波撮像方法。

【請求項4】 前記第2の領域において走査する方向の数が、前記第1の領域において走査する方向の数よりも大きいことを特徴とする請求項3記載の超音波撮像方法。

【請求項5】 ステップ(d)が、前記複数の超音波トランスデューサから得られた検出信号に、前記複数の方向にそれぞれ対応する重み及び時間差を与えた後、これらを加算することにより、前記複数の方向の各々における複数の点の画像情報を得ることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の超音波撮像方法。

【請求項6】 被検体に含まれる所定の領域を、最も浅い第1の領域とそれよりも深い第2の領域とに少なくとも区分して超音波を走査することにより画像情報を得る超音波撮像装置であって、

入力された信号を遅延させることにより固有の位相を有する複数の駆動信号を供給する送信側信号処理手段と、複数の駆動信号に従って複数の超音波トランスデューサから超音波を送信し、複数の超音波トランスデューサが受信した超音波に基づいて複数の検出信号を出力する超

音波探触子と、

複数の検出信号を増幅し、増幅された複数の検出信号に基づいて被検体の画像情報を得る受信側信号処理手段と、

前記第1の領域に対しては、前記複数の超音波トランスデューサを用いて1つの方向に焦点を合わせて超音波を送受信して複数の点における超音波画像をサンプリングし、該方向を変化させることにより前記第1の領域を走査するように前記送信側信号処理手段及び前記受信側信号処理手段を制御し、前記第2の領域に対しては、所定の時間内に前記複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向の各々に焦点を合わせて超音波を順次送信し、その後前記複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向からそれぞれ反射された超音波を受信して各方向の複数の点における超音波画像をサンプリングするように前記送信側信号処理手段及び前記受信側信号処理手段を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項7】 前記制御手段が、前記第2の領域よりも深度の浅い領域から反射される超音波パルスが前記複数の超音波トランスデューサに到達する時間内に、複数の方向の各々に焦点を合わせて超音波を順次送信するように前記送信側信号処理手段を制御することを特徴とする請求項6記載の超音波撮像装置。

【請求項8】 前記制御手段が、前記第2の領域に対して、前記複数の方向を変化させながら超音波の送信と受信を繰り返すように前記送信側信号処理手段及び前記受信側信号処理手段を制御することを特徴とする請求項6又は7記載の超音波撮像装置。

【請求項9】 前記第2の領域において走査する方向の数が、前記第1の領域において走査する方向の数よりも大きいことを特徴とする請求項8記載の超音波撮像装置。

【請求項10】 前記受信側信号処理手段が、増幅された複数の検出信号に遅延時間を持たせる複数の第2の遅延手段と、前記複数の第2の遅延手段の出力信号を加算する加算手段と、を複数組合むことを特徴とする請求項6～9のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【請求項11】 前記送信側信号処理手段が、複数のパルス発生回路を含むことを特徴とする請求項6～10のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【請求項12】 前記複数の超音波トランスデューサが、前記超音波探触子内において1次元又は2次元のアレイを形成するように組み込まれていることを特徴とする請求項6～11のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【請求項13】 前記複数の超音波トランスデューサが、入力された電気信号を超音波に変換して出力し、受信した超音波を電気信号に変換して出力する複数の圧電

素子を含むことを特徴とする請求項6～12のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【請求項14】 前記複数の超音波トランスデューサが、
入力された電気信号を超音波パルスに変換して出力する複数の圧電素子と、
受信した超音波パルスを光信号に変換して出力する複数の光検出素子と、を含むことを特徴とする請求項6～12のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に超音波を用いて非破壊検査を行うための超音波撮像方法及び超音波撮像装置に関し、特に、被検体に含まれる放射状の領域に超音波を走査させること（セクタ走査）によりこの領域の画像を撮影することができる超音波撮像方法及び超音波撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波診断装置や工業用の探傷装置等の超音波撮像装置においては、通常、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサを含む超音波探触子が用いられる。このような超音波撮像装置においては、複数の超音波の合波による超音波ビームによって被検体を走査することにより被検体に関する画像情報がサンプリングされ、その画像情報に基づいて、被検体に含まれる2次元又は3次元の領域における画像が再現される。超音波ビームによって被検体を走査する1つの方法として、被検体に含まれる扇状の2次元領域を角度方向に走査する、所謂、セクタ走査が行われている。

【0003】図6(a)～(c)は、従来の一般的なセクタ走査の一例を説明するための図である。超音波探触子に含まれる複数の超音波トランスデューサから被検体に送信された複数の超音波が合波されることにより、図6(a)に示すように、送信点100から深さ方向に延びる超音波ビーム101が被検体に形成される。そして、超音波ビーム101により、被検体に含まれる扇状の2次元領域103が、角度方向において等しい角度間隔ごとに、順にN回(Nは自然数)走査される。

【0004】このようにして被検体をセクタ走査する場合には、図6(b)に示すように、各々の超音波ビーム101に沿って等間隔に分布する複数のサンプリング点102に関して、それぞれの画像情報が順にサンプリングされる。すなわち、1本の超音波ビームの走査において、その超音波ビーム上にある複数のサンプリング点に関するそれぞれの画像情報が、一定の時間おきにサンプリングされる。

【0005】このため、図6(c)に示すように、1本の超音波ビームの走査のためには一定の繰り返し時間PRT(Pulse Repetition Time)が費やされる。さらに、複数の超音波ビームの走査に費やされる繰り返し時

間PRTの合計が、2次元領域全体の走査に必要な撮像時間を構成する。1回の繰り返し時間PRTにおいて、パルス送信時間帯TP内に、1本の超音波ビームを形成するための複数の超音波が被検体に送信される。そして、それぞれの白丸が示す時間において、超音波ビームに沿って分布した複数のサンプリング点から反射される超音波を受信し、これに基づいてそれぞれのサンプリング点に関する画像情報がサンプリングされる。

【0006】しかしながら、図6(b)に示すような画像情報のサンプリングを行うと、2次元領域103内の浅部104におけるよりも深部105における方が、単位面積の走査に用いられる超音波ビーム101の本数(超音波ビーム密度)が少なくなり、サンプリング点102の密度が小さくなる。このため、深部105に関する画像情報が浅部104に関する画像情報と比べて粗くなってしまふ。

【0007】そこで、図7(a)に示すように、深部105を走査する回数を浅部104よりも増やすことにより、深部105におけるサンプリング点102の密度を浅部104と同程度まで高めることが考えられる。尚、図7(a)において、黒丸は、新たに追加されたサンプリング点を表している。この場合には、図7(b)に示すように、従来のセクタ走査における1回目の走査と2回目の走査との間において、深部だけを対象とする走査が行われ、このような走査プロセスが繰り返し行われる。尚、図7(b)において、黒丸は、追加されたそれぞれのサンプリング点から反射される超音波を受信される時間を表している。

【0008】しかしながら、このように深部だけを対象とする走査であっても、超音波探触子から送信された超音波がこれらのサンプリング点に到着して超音波探触子に戻るまでの時間が必要である。このため、深部だけを対象とする走査においても、従来のセクタ走査における1回の走査と同程度の時間が費やされてしまふ。従って、図7に示すセクタ走査は、図6に示すセクタ走査の走査回数をほぼ2倍にしたことと同じであり、撮像時間の逆数であるフレームレートは、図6に示すセクタ走査におけるフレームレートの半分程度にまで低下してしまふ。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】そこで、上記の点に鑑み、本発明の目的は、フレームレートを必要以上に落とさずに、被検体内の深度に応じてサンプリング点の密度を高めることができる超音波撮像装置及び超音波撮像方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するため、本発明に係る超音波撮像方法は、被検体に含まれる所定の領域を、最も浅い第1の領域とそれよりも深い第2の領域とに少なくとも区分して超音波を走査すること

により画像情報を得る超音波撮像方法であって、第1の領域に対し、複数の超音波トランスデューサを用いて1つの方向に焦点を合わせて超音波を送受信して複数の点における超音波画像をサンプリングし、該方向を変化させることにより第1の領域を走査するステップ(a)

と、第2の領域に対し、所定の時間内に複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向の各々に焦点を合わせて超音波を順次送信し、その後複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向からそれぞれ反射された超音波を受信して各方向の複数の点における超音波画像をサンプリングするステップ(b)と、ステップ(a)において複数の超音波トランスデューサから得られた検出信号に基づいて、第1の領域における複数の点の画像情報を得るステップ(c)と、ステップ(b)において複数の超音波トランスデューサから得られた検出信号に基づいて、第2の領域における複数の点の画像情報を得るステップ(d)とを具備する。

【0011】また、本発明に係る超音波撮像装置は、被検体に含まれる所定の領域を、最も浅い第1の領域とそれよりも深い第2の領域とに少なくとも区分して超音波を走査することにより画像情報を得る超音波撮像装置であって、入力された信号を遅延させることにより固有の位相を有する複数の駆動信号を供給する送信側信号処理手段と、複数の駆動信号に従って複数の超音波トランスデューサから超音波を送信し、複数の超音波トランスデューサが受信した超音波に基づいて複数の検出信号を出力する超音波探触子と、複数の検出信号を増幅し、増幅された複数の検出信号に基づいて被検体の画像情報を得る受信側信号処理手段と、第1の領域に対しては、複数の超音波トランスデューサを用いて1つの方向に焦点を合わせて超音波を送受信して複数の点における超音波画像をサンプリングし、該方向を変化させることにより第1の領域を走査するように送信側信号処理手段及び受信側信号処理手段を制御し、第2の領域に対しては、所定の時間内に複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向の各々に焦点を合わせて超音波を順次送信し、その後複数の超音波トランスデューサを用いて複数の方向からそれぞれ反射された超音波を受信して各方向の複数の点における超音波画像をサンプリングするように送信側信号処理手段及び受信側信号処理手段を制御する制御手段とを具備する。

【0012】本発明によれば、被検体に含まれる放射状の領域を深度の異なる複数の領域に区分し、これらの領域を別個に走査する。特に、放射状の領域において深度の深い領域については、その領域よりも浅い領域から反射された超音波が得られる時間内に、被検体に複数の超音波を送信して異なる方向に延びる複数の超音波ビームを順次形成する。このため、必要以上の時間を費やさずに、放射状の領域において深度の深い領域における超音波ビーム密度を高くすることができる。従って、フレイ

ムレートを必要以上に落とさずに、被検体内の深度に応じてサンプリング点の密度を高めることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。尚、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置の主要構成を示すシステム図である。この超音波撮像装置は、例えば、人体等の診察用の超音波診断装置や工業用の探傷装置として用いられる。図1に示すように、この超音波撮像装置は、被検体に当接させて用いられる超音波探触子10を含んでいる。超音波探触子10は、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサ11を含んでいる。超音波トランスデューサ11としては、例えば、PZTやPVDfを材料とする圧電素子を用いることができる。

【0014】複数の超音波トランスデューサ11は、それぞれに対応する複数のパルス発生回路(パルサ)12から入力した駆動信号に基づいて超音波パルスを被検体に送信し、被検体から反射された超音波パルスを受信して検出信号を出力する。複数のパルサ12は、それぞれに対応する複数のデジタル遅延器13の出力信号に基づき励振して駆動信号を出力する。尚、後述するように、被検体の走査部位に応じて、複数の超音波パルスの合波により、異なる方向に延びる超音波ビームを短い時間内に次々と形成する必要がある。このため、これらのパルサとしては、高い繰り返し周期で駆動信号を出力できる高速パルサが好ましい。

【0015】超音波撮像装置のシステム全体を制御するシステム制御部14は、複数のデジタル遅延器13における遅延時間を制御する。この制御により、これらの駆動信号の時間差に対応した位相差を有する超音波パルスを複数の超音波トランスデューサ11から被検体に送信し、これらの超音波パルスの合波によって形成される超音波ビームを所望の方向に偏向することができる。

【0016】一方、複数の超音波トランスデューサ11から出力された検出信号は、それぞれに対応する複数の前置増幅器15及びTGC(Time Gain Compensation: タイムゲインコンペンセーション)増幅器16においてアナログ処理を施される。このアナログ処理により、これらの検出信号のレベルが、A/D変換器17の入力信号レベルに整合される。複数のTGC増幅器16から出力されたアナログ信号は、システム制御部14の制御の下、複数のA/D変換器17によってそれぞれデジタル化される。

【0017】複数のA/D変換器17から出力された検出データは、複数のデジタルビームフォーマ19に並列に入力される。各々のデジタルビームフォーマ19には、複数の超音波トランスデューサ11に対応する複数の位相調整部21が設けられている。各々の位相調整部

21は、シフトレジスタ遅延線やデジタル微小遅延器若しくはソフトウエア又はこれらの組合せによって、検出データに所望の遅延を与える。これらの位相調整部21の出力は、デジタル加算器22においてデジタル加算されることにより、探触子10に含まれる一連の超音波トランスデューサ11を用いて得られた複数の検出データにおける位相の整合が行われる。このように、複数のデジタルビームフォーマ19を用いることにより、被検体内の複数の方向に関する受信フォーカスを同時に達成することができる。これらのデジタルビームフォーマ19から出力されるデータは、メモリ24に一旦記憶され、データ処理部25において検出波形の検波や画像データへの変換や所定の画像処理が施された後、再びメモリ24に記憶される。

【0018】さらに、DSC(Digital Scan Converter: デジタルスキャンコンバータ)26において走査フォーマットの変換を行うことにより、超音波ビームの走査空間の画像データが物理空間の画像データに変換される。尚、3次元画像の表示を行う場合には、メモリ24とDSC26との間に3次元画像構成部27を組み込んで

【0019】図2(a)は、本実施形態の超音波撮像装置に用いられる超音波探触子の構成の一例を示す透視斜視図であり、図2(b)は、図2(a)に示す超音波探触子に含まれる1次元アレイの一部を拡大して示す斜視図である。図2(a)、(b)に示すように、超音波探触子(プローブ)30のプローブ本体31内において、超音波トランスデューサを構成する角棒状の複数の配列振動子32が櫛の歯状に配列して組み込まれており、1次元アレイ33を構成している。複数の配列振動子32は、それぞれに入力された駆動信号に基づき振動して超音波パルスを被検体に送信し、被検体から反射された超音波パルスを受信して振動することにより検出信号(電気信号)を出力する。これらの配列振動子として、例えば、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)等のセラミック圧電材やPVDf(ポリフッ化ビニリデン)等の高分子圧電材を材料とする圧電素子が用いられる。

【0020】次に、図2に示す超音波探触子を含む超音波撮像装置を用いた被検体の撮像方法の一例について説明する。図3(a)に示すような、被検体に含まれる扇状の2次元領域40を走査する場合には、その領域を深度の異なる2つの部分に区分した後、先ず、浅い側の浅部41を走査し、次に、深い側の深部42を走査する。尚、深部を走査した後に浅部を走査しても良い。

【0021】図3(a)に示す2次元領域40の内の浅

部41を走査する場合には、図3(b)に示すように、1回の繰り返し時間 $PRT(S)$ に含まれるパルス送信時間帯 $TP(S)$ において、複数の超音波パルスが超音波探触子から浅部に送信される。これらの超音波パルスを合波することにより、図3(c)に示すように、浅部41において送信点43から深さ方向(z方向)に延びる超音波ビーム44を形成する。そして、超音波ビーム44に沿って例えば等間隔に分布する複数のサンプリング点45について、それぞれの画像情報が順にサンプリングされる。すなわち、図3(b)に示すように、それぞれのサンプリング点に関する画像情報が一定の時間おきにサンプリングされる。尚、図3(b)に示す白丸は、浅部に含まれるサンプリング点に関する画像情報がサンプリングされる時間を表している。

【0022】従って、図3(c)に示すように、浅部41の角度方向(方向)に関して例えば等しい角度間隔ごとにこのようなプロセスを N_1 回(N_1 は自然数)繰り返すことにより、浅部41全体が走査され、浅部41に含まれる全てのサンプリング点45に関する画像情報が得られる。このように、本実施形態によれば、2次元領域に関して最初に撮像される部分が浅部に限られるため、浅部から反射された超音波パルスを短い時間内に記録することができる。従って、浅部に関する撮像時間を従来のセクタ走査(図6参照)よりも短くすることができる。

【0023】尚、浅部41の走査においては、従来のセクタ走査におけるよりも超音波パルスの強度を弱めて送信することができる。さらに、浅部の走査において送信される超音波パルスの強度を最適化することが好ましい。そうすれば、パルスの高圧電圧が超音波受信系に印加されることにより生じる不感時間を短縮することができ、被検体の表面近傍(例えば、体表近傍)に関する画像情報もサンプリングすることができる。さらに、浅部から反射された超音波パルスの多重反射によるカブリを抑えることができ、浅部に関して S/N の良い画像を再現できる。また、浅部の超音波ビーム密度を、従来のセクタ走査におけるのと等しいか小さくすることが好ましい。そのようにすれば、浅部に関する撮像時間を更に短くすることができる。

【0024】一方、図3(a)に示す2次元領域40の内の深部42を走査する場合には、図3(b)に示すように、1回の繰り返し時間 $PRT(D)$ に含まれる n 個(n は自然数)のパルス送信時間帯 $TP(D)$ のそれぞれにおいて、複数の超音波パルスが超音波探触子から深部42に送信される。それぞれのパルス送信時間帯 $TP(D)$ において超音波探触子から送信された複数の超音波パルスは、合波により、図3(d)に示すように、伝播方向の異なる複数の合成パルス46を形成する。それぞれの合成パルス46は時間差を持って被検体内を伝搬し、異なる方向に延びる複数の超音波ビーム44を形成

する。尚、これらの超音波ビームは、なるべく空間的に離れて形成されることが好ましい。そのようにすれば、それぞれの方向から反射される受信波を、受信フォーカスで分離し易くすることができる。

【0025】深部42の複数の方向に対するn回の超音波パルスの送信は、図3(e)に示すように、超音波パルスが浅部41から反射されて戻するのに要する時間(浅部往復時間)において行われる。このようにして超音波パルスの送信タイミングを取ることで、深部に関する1回の走査時間を、図7に示す従来のセクタ走査にお

けるよりも大幅に短縮することができる。
【0026】そして、深部内に形成されたn本の超音波ビームに沿って例えば等間隔に分布する複数のサンプリング点に関して、それぞれの画像情報が黒丸で示す時間にサンプリングされる。このとき、超音波探触子に含まれる複数の超音波トランスデューサの検出信号を用いて受信焦点の位置を変えることにより、それらの検出信号が位相整合されて分離される。尚、深部から反射された超音波パルスの殆どは複数の場所からのものであるが、それぞれの検出信号に適切な重みと時間差とを与えた

後、これらを加算することにより、深部内に形成した焦点領域に対応する検出信号だけを強調することができる。
【0027】図3(f)に示すように、深部の角度方向(方向)において送信方向をわずかにずらしながら、このような走査プロセスをm回繰り返すことにより、深部全体が走査される。深部におけるトータル超音波ビーム数は、 $N_2 = n \times m$ 本となる。尚、本実施形態において扇状の2次元領域に関する撮像時間を T_F と表し、また、同じ部分を図6に示す従来のセクタ走査に従った

$$T_F = N_1 \times PRT(S) + m \times PRT(D)$$

であり、

$$T_F < N \times PRT$$

を満たすように撮像時間 T_F を設定することが理想的である。しかしながら、実際的には、

$$T_F < 2(N \times PRT)$$

を満たすように撮像時間 T_F を設定しても良い。

【0028】次に、超音波の受信に光検出方式の2次元センサアレイを用いて3次元画像を撮像する本発明の第2の実施形態について説明する。図4は、本発明の第2の実施形態に係る超音波撮像装置の構成の一部を示す原理図である。図4に示すように、2次元センサアレイ50は、微細な光ファイバー51の断面を2次元マトリクス状に配列させたものである。ここで、超音波検出素子は、各々の光ファイバーの先端にそれぞれ形成されたファブリーペロー共振器(FPRと略称)又はファイバ

ブラッググレーティング等によって構成される。
【0029】光源60から発生した光は、ビームスプリ

ッタ61を通過し、光ファイバーアレイに入射する。それぞれの光ファイバー51に入射した光は、FPRの両端に形成されたハーフミラー53及び全反射ミラー54により反射される。この全反射面は、超音波検出素子に印加される超音波により幾何学的変位を受けるので、反射光はこれにより変調されて、再びビームスプリッタ61に入射する。ビームスプリッタ61に入射された反射光は、直接あるいは光ファイバー等を通して、又はレンズ等の結像系62を介して、光検出器63に結像する。尚、本実施形態においては、超音波発生素子は超音波検出素子と別個に設けられている。

【0030】図5は、図4に示す超音波撮像装置を用いて走査される被検体内の走査領域及びその区分の一例を示す図である。図5に示すように、被検体に含まれる円錐状の3次元領域70を走査する場合には、その領域を深度の異なる複数の部分に区分した後、先ず、浅い側の浅部71を走査し、次に、深い側の深部72を走査する。ここで、深部72の超音波ビーム密度が浅部71よりも高くなるように、3次元領域70が走査される。

尚、深部を走査してから浅部を走査しても良い。

【0031】3次元領域70の内の浅部71を走査する場合には、1回の繰り返し時間に含まれるパルス発信時間帯において、複数の超音波パルスを浅部71に送信して超音波ビーム44を形成する。次に、超音波ビーム44に沿って例えば等間隔に分布する複数のサンプリング点45について、それぞれの画像情報を順にサンプリングする。このようなプロセスを浅部71に対して複数回繰り返すことにより、浅部71全体が走査され、浅部71に含まれる全てのサンプリング点45に関する画像情報が得られる。尚、このような走査プロセスを含む超音波撮像方法を実現するためには、例えば、図3(b)に示すタイミングチャートに従って、超音波発生素子が、超音波パルスを被検体に送信すれば良い。

【0032】一方、3次元領域70の内の深部72を走査する場合には、1回の繰り返し時間に含まれる複数回のパルス発信時間帯のそれぞれにおいて、複数の超音波パルスを深部72に送信して、異なる方向に延びる複数の超音波ビーム44を順次形成する。そして、深部72においてそれぞれの超音波ビーム44に沿って等間隔に分布する複数のサンプリング点45に関して、それぞれの画像情報をサンプリングする。このようなプロセスを、送信方向をわずかにずらして繰り返すことにより、深部72全体が走査され、深部72に含まれる全てのサンプリング点45に関する画像情報が得られる。尚、このような走査プロセスを含む超音波撮像方法を実現するためには、例えば、図3(b)に示すタイミングチャートに従って、超音波発生素子が、超音波パルスを被検体に送信すれば良い。

【0033】本実施形態によれば、被検体に含まれる扇状の2次元領域や円錐状の3次元領域を浅部と深部に区

分し、これらの部分を1つずつ走査する。特に、深部については、浅部から反射された超音波パルスが得られる時間内に、被検体に複数の超音波を送信して異なる方向に延びる複数の超音波ビームを順次形成する。このため、必要以上の時間を必要とせずに、深部の超音波ビーム密度を浅部よりも高くすることができる。従って、フレームレートを必要以上に落とさずに、被検体内の深度に応じてサンプリング点の密度を高めることができる。これにより、被検体内の深部の解像度を少なくとも浅部程度まで向上させることができ、被検体に関して高精度な画像を撮像することができる。

【0034】尚、被検体に含まれる扇状の2次元領域や円錐状の3次元領域を深度の異なる3つ以上の部分に区分し、それぞれの部分の深度に応じて走査回数を増やしても良い。この場合には、最も浅い部分から最も深い部分へと順に走査しても良いし、最も深い部分から最も浅い部分へと順に走査しても良い。また、これらの部分の中から1つずつランダムに走査しても良い。このように被検体を走査することにより、被検体に関して更に高精度な画像を再現することができる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、フレームレートを必要以上に落とさずに、被検体内の深度に応じてサンプリング点の密度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置の主要構成を示すシステム図である。

【図2】図1の超音波撮像装置に用いられる超音波探触子の構成の一例を示す透視斜視図である。

【図3】図1に示す超音波撮像装置を用いた被検体の撮像方法の一例を説明するための図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る超音波診断装置の構成の一部を示す原理図である。

【図5】図4に示す超音波探触子を用いて走査される被検体内の走査領域及びその区分の一例を示す図である。

【図6】従来の超音波撮像方法の一例を説明するための

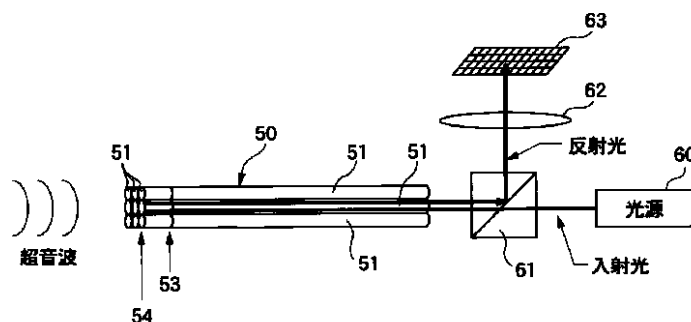
図である。

【図7】従来の超音波撮像方法の別の例を説明するための図である。

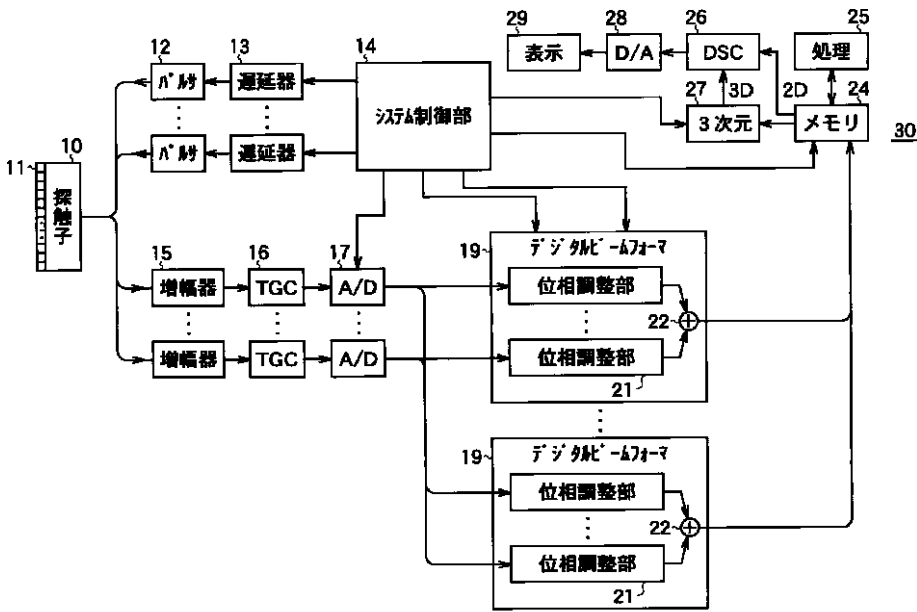
【符号の説明】

- 10、30 超音波探触子
- 11 超音波トランスデューサ
- 12 パルス発生回路
- 13 デジタル遅延器
- 14 システム制御部
- 15 増幅器
- 16 TGC増幅器
- 17 A/D変換器
- 19 デジタルビームフォーマ
- 21 位相調整部
- 22 デジタル加算器
- 24 メモリ
- 25 データ処理部
- 26 DSC
- 28 D/A変換器
- 29 画像表示部
- 32 配列振動子
- 40 2次元領域
- 41、71 浅部
- 42、72 深部
- 44 超音波ビーム
- 45 サンプリング点
- 46 合成パルス
- 50 2次元センサアレイ
- 51 光ファイバ
- 52 光検出素子
- 53 ハーフミラー
- 54 全反射ミラー
- 60 光源
- 61 ビームスプリッタ
- 62 結像系
- 63 光検出器
- 70 3次元領域

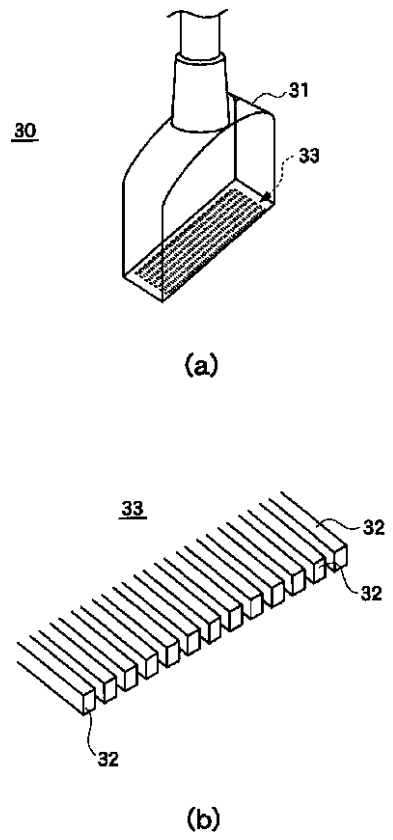
【図4】



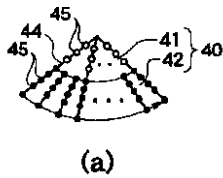
【図1】



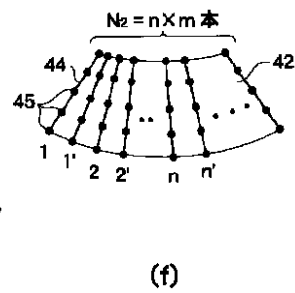
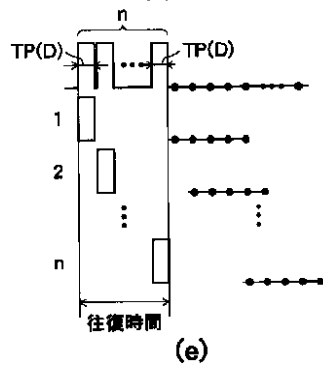
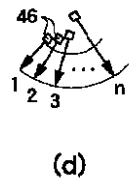
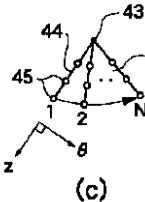
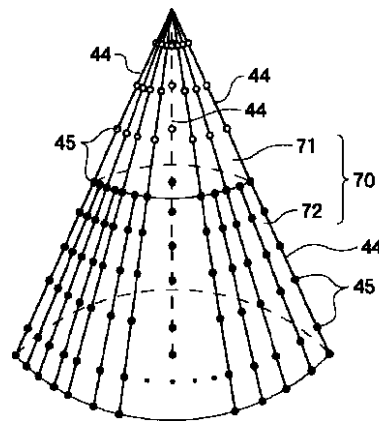
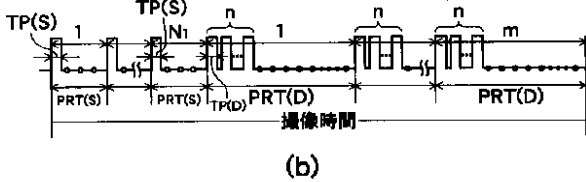
【図2】



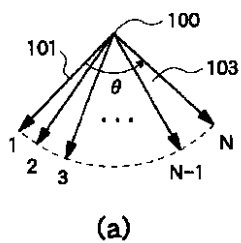
【図3】



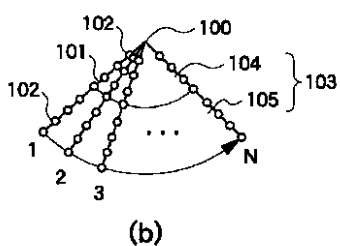
【図5】



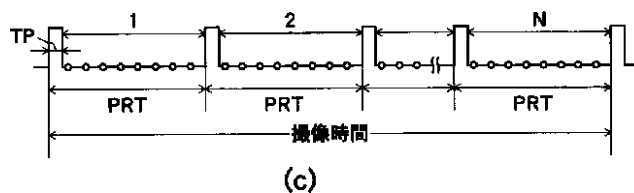
【図6】



(a)

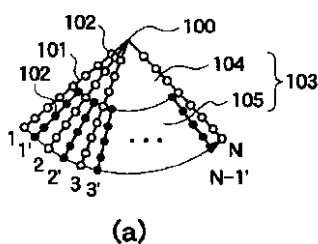


(b)

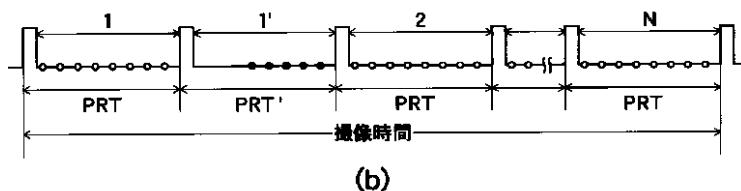


(c)

【図7】



(a)



(b)

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

G 0 1 S 15/89

識別記号

F I

テ-マコード (参考)

Fターム(参考) 2F068 AA04 AA48 DD05 FF03 FF12
FF16 JJ04 JJ13 LL04 PP12
PP13 QQ05 QQ16 QQ26 QQ41
RR02 RR13 TT07
2G047 BC07 DB05 GB02 GF06 GF18
GF22 GG08 GG34 GH06 GH09
4C301 AA02 AA06 BB23 CC01 EE04
EE07 EE10 GB03 GB04 GB09
GB40 HH01 HH17 HH25 HH32
HH34 HH37 HH38 HH51 JB03
JB04 JB06 JB13 JB29 KK16
LL03 LL04
5C024 AX09 CX00 EX06 HX28 HX57

专利名称(译)	超声成像方法和超声成像设备		
公开(公告)号	JP2002257803A	公开(公告)日	2002-09-11
申请号	JP2001053347	申请日	2001-02-28
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	佐藤智夫		
发明人	佐藤 智夫		
IPC分类号	G01B17/00 A61B8/00 G01N29/24 G01N29/44 G01S7/52 G01S7/531 G01S15/10 G01S15/89 G01N29/22		
CPC分类号	G01S7/52085 G01S7/52025 G01S7/52033 G01S7/52044 G01S15/108 G01S15/8918 G01S15/8925 G01S15/8968 G01S15/8993		
FI分类号	G01N29/22.502 A61B8/00 G01B17/00.C G01N29/24.502 H04N5/31 H04N5/30		
F-TERM分类号	2F068/AA04 2F068/AA48 2F068/DD05 2F068/FF03 2F068/FF12 2F068/FF16 2F068/JJ04 2F068/JJ13 2F068/LL04 2F068/PP12 2F068/PP13 2F068/QQ05 2F068/QQ16 2F068/QQ26 2F068/QQ41 2F068/RR02 2F068/RR13 2F068/TT07 2G047/BC07 2G047/DB05 2G047/GB02 2G047/GF06 2G047/GF18 2G047/GF22 2G047/GG08 2G047/GG34 2G047/GH06 2G047/GH09 4C301/AA02 4C301/AA06 4C301/BB23 4C301/CC01 4C301/EE04 4C301/EE07 4C301/EE10 4C301/GB03 4C301/GB04 4C301/GB09 4C301/GB40 4C301/HH01 4C301/HH17 4C301/HH25 4C301/HH32 4C301/HH34 4C301/HH37 4C301/HH38 4C301/HH51 4C301/JB03 4C301/JB04 4C301/JB06 4C301/JB13 4C301/JB29 4C301/KK16 4C301/LL03 4C301/LL04 5C024/AX09 5C024/CX00 5C024/EX06 5C024/HX28 5C024/HX57 2F068/BB00 4C601/BB05 4C601/BB06 4C601/BB07 4C601/DE17 4C601/EE02 4C601/EE04 4C601/EE07 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB50 4C601/HH04 4C601/HH14 4C601/HH30 4C601/HH31 4C601/JB01 4C601/JB02 4C601/JB03 4C601/JB04 4C601/JB05 4C601/JB11 4C601/JB13 4C601/JB19 4C601/JB21 4C601/JB34 4C601/JB45 4C601/JB55 4C601/JC25 4C601/KK21 4C601/LL01 4C601/LL02 4C601/LL04		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波成像方法等，其能够根据被摄体的深度来增加采样点的密度，而不会过多地降低帧速率。将被摄体中包括的扇形二维区域划分为浅部分和深部分，并选择其中之一。对于浅部，发送多个超声波脉冲以形成一个超声波束，并且超声波束扫描浅部。关于深部，在获得从浅部反射的超声波脉冲的时间内，发送多个超声波脉冲以依次形成沿不同方向延伸的多个超声波束，并使用超声波束形成深部。进行扫描。

