

(19)日本国特許庁 ( J P )

(12) 特 許 公 報 ( B 2 )

(11)特許番号

特許第3453368号  
(P3453368)

(45)発行日 平成15年10月6日(2003.10.6)

(24)登録日 平成15年7月18日(2003.7.18)

(51)Int.Cl<sup>7</sup>

識別記号

F I

A 6 1 B 8/00

A 6 1 B 8/00

請求項の数 5 (全 13数)

(21)出願番号 特願2001 - 41011(P2001 - 41011)

(22)出願日 平成13年2月16日(2001.2.16)

(65)公開番号 特開2001 - 224589(P2001 - 224589A)

(43)公開日 平成13年8月21日(2001.8.21)

審査請求日 平成13年2月16日(2001.2.16)

(31)優先権主張番号 2000 - 7236

(32)優先日 平成12年2月16日(2000.2.16)

(33)優先権主張国 韓国(KR)

(73)特許権者 597096909  
株式会社 メディソン  
株式会社 MEDISON  
大韓民国 250 - 870 江原道 洪川郡 南  
面陽 徳 院里 114

(72)発明者 ファン ゼ ソブ  
大韓民国 ソウル トクビョルシ ドボン  
ク ドボン2ドン ドボンサンファンアパー  
ト3ドン213ホ

(72)発明者 ソン テ キョン  
大韓民国 ソウル トクビョルシ ソチョ  
ク チャムウォンドン 66 - 3 ドンアアパ  
ート105ドン1403ホ

(74)代理人 100082175  
弁理士 高田 守 (外2名)

審査官 神谷 直慈

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波撮像システム及びその方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波撮像システムであって、  
表示素子と、  
超音波信号を客体に向けて送信する複数のトランスデューサと、  
前記送信された超音波信号にตอบสนองして、前記トランスデューサ各々により受信された信号を格納する格納手段と、  
前記格納手段に格納された信号を用いて、前記表示素子の各画素に対応する、前記客体の選択点で受信集束された受信集束信号を決定する処理手段とを含み、  
前記トランスデューサそれぞれは複数のスキャンラインそれぞれにある点に超音波信号を送信集束し、  
前記処理手段は前記複数のスキャンライン中の少なくとも二つのスキャンライン上に送信された前記超音波信号

2

にตอบสนองして、仮像スキャンライン上の複数の点から、前記トランスデューサそれぞれにより受信された前記受信集束信号の特性を決定し、  
前記仮像スキャンラインは前記選択点を含み、前記選択点に対する表示データを計算するための前記少なくとも二つのスキャンライン間に存在し、  
前記複数の点から反射された前記受信集束信号の特性は前記超音波信号が送信集束された前記少なくとも二つのスキャンライン中のいずれか一つによって加重されることを特徴とする超音波撮像システム。  
【請求項2】 超音波撮像システムであって、  
複数のスキャンラインに沿って客体に超音波信号を送信して前記客体をスキャンし、前記客体から反射されたエコー信号を受信するためのトランスデューサアレイ - 前記複数のスキャンラインは前記トランスデューサアレイ

から放射状に延びており、前記複数のスキャンライン中の二つのスキャンラインは前記トランスデューサアレイから前記二つのスキャンライン間に放射状に延びている少なくとも一つの仮像スキャンラインを定義する - と、前記それぞれのスキャンライン上の複数の点で前記受信されたエコー信号を受信集束するための第1処理手段と、前記受信集束されたエコー信号に基づいて前記それぞれの仮像スキャンライン上の複数の点と関連したエコーデータ - 前記エコーデータは複数のピークを有しており、前記複数のピークは前記エコーデータの包絡線を定義する - を生成し、前記それぞれの仮像スキャンライン上の前記複数の点中の一つの所望の点における前記包絡線のピーク値を計算するための第2処理手段とを含むことを特徴とする超音波撮像システム。

【請求項3】 前記第2処理手段は、前記それぞれのスキャンライン上の前記複数の点と前記それぞれの仮像スキャンライン上の前記複数の点間の前記受信集束されたエコー信号に対する時間遅延関係を考慮して、前記客体に対するイメージの所定の画素に対応する前記所望の点に最も近接した前記複数のスキャンライン中の一つのスキャンラインを決定するための手段と、前記最も近接したスキャンライン上の前記複数の点において、前記受信集束されたエコー信号に基づいて発生したエコーデータから計算された前記包絡線の前記ピーク値を補償して前記所定の画素に対する画素データを発生するための手段とをさらに含むことを特徴とする請求項2に記載された超音波撮像システム。

【請求項4】 前記第2処理手段は、前記それぞれのスキャンライン上の前記複数の点と前記それぞれの仮像スキャンライン上の前記複数の点間の、前記受信集束されたエコー信号に対する時間遅延関係を考慮して、前記客体に対するイメージの所定の画素に対応する前記所望の点に隣接した前記複数のスキャンライン中の二つのスキャンラインを決定するための手段と、前記二つの隣接したスキャンラインそれぞれの前記複数の点における前記受信集束されたエコー信号に基づいて発生したエコーデータから計算されたピーク値に加重値を乗じるための手段と、前記重み付けされたピーク値を互いに加えるための手段と、前記加算された結果を補償して前記所定の画素に対する画素データを発生するための手段とをさらに含むことを特徴とする請求項2に記載された超音波撮像システム。

【請求項5】 前記トランスデューサアレイから前記客体に送信される前記超音波信号は前記それぞれのスキャンライン上の前記複数の点に送信集束される超音波信号及びデフォーカスされる超音波信号中の一つであることを特徴とする請求項2に記載された超音波撮像システム

\*ム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、撮像システムに関し、特に、表示の画素に対応する点での受信集束を行う超音波撮像システム及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波撮像システムは、超音波を目標オブジェクトに出射してそれから反射された信号を処理することによって、オブジェクトへの物理的な侵入なしに、該オブジェクトの映像を取り出すことができ、医療診断分野で広く用いられている。通常、超音波撮像システムは超音波トランスデューサ列またはプローブを用いて超音波オブジェクトに向けて発生し、それから反射された超音波を受信する。超音波トランスデューサ列から発生される超音波パルスは、各トランスデューサにおける超音波発生タイミングを調節することによって所定位置に焦点が合わせられる。

【0003】図1は、各トランスデューサからの超音波発生タイミングを調節して各トランスデューサから特定点までの距離が異なり生じる伝搬遅延を補償することを説明するための模式図である。図1に示したような順次的タイミング調節によって、各トランスデューサからの超音波パルスは特定点上に同時に至ることとなる。

【0004】また、各トランスデューサの超音波受信タイミングを順次的に調節して特定点から反射される超音波信号を同時に受信することができる。即ち、あるトランスデューサから特定点までの距離が長ければ、該当トランスデューサの受信遅延時間を増加して、他のトランスデューサと同様に超音波パルスを同時に受信することとなる。

【0005】正確なオブジェクト映像を得るためには、該オブジェクト上の多様な位置に超音波信号を集束させる必要がある。しかし、オブジェクト上のある一点に集束される超音波パルスを送信した後、オブジェクト上の他の点に超音波パルスを送信するためには、最も遠い位置から反射された反射波を含んで全ての反射波を受信するまでに超音波パルス送信を待機しなければならない。従って、送信集束点の個数を増加すると、映像取得に必要な時間を増加させ、フレーム率を低下させる短所がある。各走査線が単一の点のみに送信集束する場合、フレーム率は次の通り表現される。

【数1】

$$\frac{1}{FR} = \frac{2D}{v} \times N \quad \dots \text{式1}$$

ここで、FRはフレーム率、Dは走査深さ、vは媒体内の超音波伝搬速度、Nは走査線の個数である。上記式1から分かるように、走査線の個数を増やすことはフレーム率を落とすので、これらの変数間にはトレードオフが必要である。

【0006】このため、図2に示したように、診断領域全体をカーブするためにN個の走査線よりなる放射状走査パターンが通常用いられ、所定の多数点に超音波がN個走査線に沿って順次的に出射される。また、図2に示したような放射状走査線パターンの外には、並列式走査線パターンが広く用いられている。

【0007】このような走査技法を用いる場合、各走査線に対応する点のみで受信集束が行われ、オブジェクトに対するデータ集まりを各走査線の対応点だけで可能となる。

【0008】表示素子のスクリーンには、通常マトリクス状に配列された多数の画素が設けられ、各画素は映像を形成するために表示データを有するべきである。図3は、動的受信集束法によって取得したデータを用いて表示素子の各画素に対する表示データを生成するための走査変換器32を説明する図面である。

【0009】走査変換器32は、走査線上の所定の点で受信集束されたデータを格納し、殆どの表示素子で用いられる水平走査線表示形式に変換する。動的受信集束技法を用いて取得した目標オブジェクトに関するデータは走査線上の集束点に制限される。これらの集束点は表示素子で目標オブジェクトの映像を示し得る実際画素点と必ず一致するものではない(以下、表示素子における画素位置に対応する実際画素点を単に“画素点”と称す)。

従って、走査変換器32は表示素子における全画素に対する表示データを提供するために補間プロセスを行わなければならない。例えば、図4に示したような放射状の走査パターンにおいて、超音波信号が遠く進行するほど隣接した走査線間の間隔が増加するため、走査線上の点に対応しない画素点の数が増加するようになる。

$$t_{dm} = t_{t, dm} + t_{r, dm} = \frac{Z}{v} + \frac{Z_m}{v}, Z_m = \sqrt{(x - x_{em})^2 + (y - y_{em})^2} \quad \dots \text{式 2}$$

【0012】m番目のトランスデューサに至る全てのRF信号の中、点(x, y)から反射された信号を読み出すためには、送信を始めてから受信するまで必要とする時間を考慮しなければならない。上記式において、 $t_{t, dm}$ は送信後、点(x, y)に到達するまでかかる時間であり、 $t_{r, dm}$ は超音波信号が点(x, y)から反射されてからm番目のトランスデューサに到達するまでかかる時間である。送信時には全てのトランスデューサからの超音波信号が実際走査線61の予め定められた点に同時に到達するように、各トランスデューサの送信タイミングを調節する。従って、送信時、各トランスデューサから実際走査線61上の点(x, y)に到達するのにかかる時間は全て同一であると仮定し得る。そのような伝搬遅延時間を用いて、各トランスデューサは点(x, y)から反射されて受信した信号を読み出し、これらの受信信号を組合せることによって点(x, y)での受信集束データを求めることができる。

【0013】図5を再び参照すれば、各走査線上の多数

\*その結果、各画素点に対する表示データは動的集束によって直に集められないことになる。走査変換器32は各画素に対する表示データを該当画素に最近した走査線上の集束点を用いて補間して決定する。並列式走査線パターンの場合には、表示素子の画素中には走査線上の各点と一致しない画素もある。従って、そのような並列式走査線パターンの場合にも前述した走査変換器が必要となる。

【0010】図5は、従来の動的受信集束技法を用いる超音波撮像システムのブロック図である。超音波トランスデューサ列51は走査線上の所定の点に焦点が含まれる超音波信号を順次的に送信する。一つの走査線に対する超音波送信が完了した後に、各トランスデューサは反射される超音波信号を受信し、ビーム形成部52は走査線上の多数の点から受信した超音波を集束する。

【0011】このビーム形成部52の動作に対しては図6を参照して詳しく説明する。図6は、従来の超音波撮像システムにおいて受信集束の際、超音波伝搬遅延時間の計算を説明するための模式図であって、全体M個のトランスデューサの中からM個のチャンネルが送受信両方にて用いられる場合の例である。ここで、M個のチャンネルは、半径R(mm)及び送信角度 $\theta_{max}$ にて曲線アレイに配列される。図6中の座標に各々位置したM個のチャンネルまたはトランスデューサを利用して深さZだけ離れた実際走査線61上の点(x, y)で受信集束する場合に、超音波信号が点(x, y)から反射され点(x<sub>em</sub>, y<sub>em</sub>)に位置するm番目のトランスデューサまで到達するのにかかる伝搬遅延時間は下記式のように表現される。

の点に対する受信集束を反復することによって、目標オブジェクトの映像データ53が得られる。この映像データ53は信号処理及び走査変換器54にて表示素子の各画素に対応する値に変換される。ビーム形成部52は各走査線上の点で受信集束されたデータを格納する。この過程にて反射信号に含まれた情報の一部が失われる。即ち、図4に示したように、ビーム形成部52は隣接した走査線間の画素点に関連するデータは提供しないため、走査変換器54は隣接した走査線の映像データに基づく補間を通じてこれらの点に対する映像データを生成する。しかしながら、そのような補間法は図5に示したように、歪曲された映像55をもたらす。

【0014】このため、走査線の数を増やして隣接した走査線間の間隔が狭く維持されるようにしなければならないが、これはリアルタイムで且つ高速フレーム率が必須な超音波撮像システムには不適合である。従って、走査線の数を増やすことなく、映像の歪曲を防止することができる超音波撮像システムが要求される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の主な目的は、走査変換器を使用せず、画素点（即ち、表示素子の画素に対応する診断領域内の点）で直接受信集束したデータを表示する超音波撮像システム及びその方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の好適実施例による超音波撮像システムは、表示素子と、超音波信号をオブジェクトに向けて送信する複数のトランスデューサと、前記送信された超音波信号に応じて、前記トランスデューサ各々により受信された信号を格納する格納手段と、前記格納手段に格納された信号を用いて、前記表示素子の各画素に対応する、前記オブジェクトの選択点で受信集束された超音波信号の値を計算して前記表示素子に表示する信号処理手段とを含むことを特徴とする。本発明の他の好適実施例による超音波撮像方法は、超音波信号をオブジェクトに向けて送信し、該オブジェクトから反射される超音波信号を受信して前記オブジェクトの映像を表示する方法であって、前記オブジェクトを取り囲む予め決められた各走査線上の点に集束されるべき超音波信号を送信する段階と、前記送信された超音波信号の反射信号を受信し格納する段階と、選択点を含んで、仮像走査線上の複数の点から前記トランスデューサ各々に到達した前記反射信号の特性を決定することによって、前記表示素子の画素に対応する前記オブジェクトの前記選択点に対する表示データを計算する段階と、前記表示素子の他の画素に対して上記の段階を繰り返す段階を含み、前記反射信号は前記予め決められた走査線のうち、前記仮像走査線に最\*

\*も隣接した走査線に送信された前記超音波信号に対応する。

【0017】本発明による受信集束法は、各トランスデューサにより受信された全てのRFデータを格納し、このデータを用いて各画素に対応する点にて受信集束を直接に行う。それによって従来制限された走査線に用いられた補間法によって生じる映像歪曲を大きく減らすことができる。また、本発明は広範囲の送信角を有する高フレーム率、高分解能のシステムに有用であり、デジタル走査変換器のような高価のハードウェアを設けられない小型システムにも有用である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適実施例について、図面を参照しながらより詳しく説明する。

【0019】本発明の一実施例による、画素点で直接受信集束する原理を図7を参照しながら説明する。図7は超音波撮像システムで実際走査線上にいない画素点で受信集束する場合の伝搬遅延時間の算を説明するための図面である。図7に示したように、表示素子の画素に対応する際診断領域内の点(即ち、画素点)が実際走査線61上に存在しないことも有り得る。本発明は、送信集束され実際走査線上の画素点のみで超音波信号を受信集束することではなく、全ての画素点から超音波信号を受信集束することを特徴とする。

【0020】超音波信号が任意の点(x<sub>i1</sub>, y<sub>j1</sub>)から反射されて点(x<sub>em</sub>, y<sub>em</sub>)に位置するm番目のトランスデューサまで到達するのにかかる伝搬遅延時間は下記式のようなものである。ここで、任意点(x<sub>i1</sub>, y<sub>j1</sub>)は必ず表示画面の画素点に対応することはない。

【数3】

$$t_{dm} = t_{t,dm} + t_{r,dm} = \frac{Z_M}{v} + \frac{Z_{ijlm}}{v}$$

$$Z_M = \sqrt{(x_{i1} - x_{eM/2})^2 + (y_{j1} - y_{eM/2})^2}$$

$$Z_{ijlm} = \sqrt{(x_{i1} - x_{em})^2 + (y_{j1} - y_{em})^2}$$

} 式3

ここで、t<sub>t,dm</sub>は送信後に点(x<sub>i1</sub>, y<sub>j1</sub>)に到達するまでかかる伝搬時間であり、t<sub>r,dm</sub>は超音波信号が点(x<sub>i1</sub>, y<sub>j1</sub>)から反射された後、m番目のトランスデューサに到達するまでかかる伝搬時間である。

【0021】上記式を用いて所定の画素点からの伝搬時間が計算されれば、この計算された時間に基づいて画素点(x<sub>i1</sub>, y<sub>j1</sub>)から反射されてトランスデューサに到達した超音波信号が読出される。M個のトランスデューサ各々に対して、式3を用いて画素点(x<sub>i1</sub>, y<sub>j1</sub>)から反射されて受信された信号を読出す。読出した信号を組合せすることによって、該当画素点から反

された超音波信号の特性が生成できる。こうして、結局、表示素子の全ての画素に対する表示データを補間などの処理なく直接求められる。

【0022】図8は、画素点に隣接した実際走査線を用いて表示画面の画素に対する表示データを求める方法を説明するための模式図である。所定の走査線に対する送受信のために、総N個のチャンネル中でM個のチャンネルまたはトランスデューサを用い、半径R(mm)、走査の角度θ<sub>max</sub>、走査深さD(mm)にて曲面配列されたアレイを用いる場合を説明する。本発明の方法では先ず曲面配列アレイから入力されたRFデータを次の通り格納する。頂点(x<sub>A</sub>, y<sub>A</sub>)を中心に放射状に

だけ離れて分布する N 個の走査線のうちの一つに超音波信号を送信集束した後に、M 個のトランスデューサ各々によって受信された信号を所定の周波数  $f_s$  でサンプリングして格納する。図 8 において四角形の枠 8 6 は超音波映像が最終に表示されるべき表示画面であって、 $N_x \times N_y$  だけの基本画素からなっており、 $N_x$  は 1 列当たりの画素数であり、 $N_y$  は 1 行当たりの画素数である。

【0023】以下、画素点  $(x_i, y_j)$  に最も隣接した一つの実際走査線に対する RF データを用いて直接受信集束する場合を説明する ( $1 \leq i \leq N_x, 1 \leq j \leq N_y$ )。先ず、画素点  $(x_i, y_j)$  と頂点  $(x_A, y_A)$  とをつなぐ仮想走査線に最も隣接し、次の条件を満たす実際走査線を求める。

【数 4】  

$$\text{Minimize } |\theta_{x_i y_j} - \theta_k|, 1 \leq k \leq N \quad \dots \text{式 4}$$

ここで、 $\theta_{x_i y_j}$  は画素点  $x_i, y_j$  と頂点  $x_A, y_A$  をつなぐ仮想走査線と第 1 走査線との間の角度であり、 $\theta_k$  は k 番目の実際走査線と第 1 走査線との間の角度である。仮想走査線に最も近接した実際走査線が求められると、画素点  $(x_i, y_j)$  での受信集束データを得るため、超音波信号が k 番目の実際走査線に送信集束した後、受信された RF データが用いられる。

【0024】画素点  $(x_i, y_j)$  に対する表示データを得るため、仮想走査線上の画素点  $(x_i, y_j)$  を含む L 個の点  $(x_{i1}, y_{j1} \sim x_{iL}, y_{jL})$  で受信集束したデータを求める。選択した画素の周りの多数画素に対するデータが必要であることは、画素点  $(x_i, y_j)$  の受信集束データを直接用いず、L 個の点で形成された包絡線波形を用いて画素点の表示データを決定するためである。即ち、仮想走査線上の画素点  $(x_{i1}, y_{j1})$  より画素点  $(x_{iL}, y_{jL})$  までの L 個の点に対する超音波信号情報が受信集束によって求められた。このような情報によって表現された波形は図 9 に示したように決まる。関心のある画素点で実際の検出信号が丸 9 1 に表現されるが、画素に対する有効データは波形上で丸 9 2 に表現される。上記の過程を表示素子の画面を構成する全ての画素点に対して繰り返すことによって、目標オブジェクトに対する映像が獲得できる。

【0025】図 10 は、画素点で直接受信集束する超音波撮像装置の一つの実施例を示すブロック図である。トランスデューサ列における受信信号は ADC 102 にてサンプリング周波数  $f_s$  でサンプリングされデジタル信号に変換され、RF フレームメモリ 103 に格納される。RF フレームメモリ 103 には全てのトランスデューサの受信した RF データが格納されている。一つの映像フレームを表示するため RF フレームメモリ 103 に格納されるデータは、一つの走査線に対する送信集束の後、M 個のトランスデューサの受信する RF 信号をサンプリング周波数  $f_s$  でサンプリングする過程を、N 個の

走査線全てに対して行うことで求められる。走査深さが D であるとき、1 つのフレームの RF データを格納するために必要とするメモリの容量は式 5 のようである。

【数 5】  

$$N \cdot M \cdot \frac{2SD}{v} \cdot f_s \quad \dots \text{式 5}$$

【0026】各画素の表示データを発生する信号処理部 104 はビーム形成部 (B/F)、105、包絡線検出部 106 及びログ補償部 107 を含む。ビーム形成部 105 では RF フレームメモリ 103 内に格納された RF データを用いて、画素点  $(x_i, y_j)$  と頂点  $(x_A, y_A)$  とを連結する仮想走査線上の多数の点で動的受信集束されたデータを計算して包絡線検出部 106 に提供する。

【0027】図 10 に図示した実施例では、包絡線検出方式として直角復調方式を用いる。しかし、本発明はこれに限定されることなく、その他の包絡線検出方式が用いられてもよい。診断領域内で超音波信号は全ての周波数に対して同一の割合で減衰するわけではない。高周波超音波信号は低周波超音波信号に比べて急激に減衰し、超音波信号は進行距離が増加するほど高周波成分が減少する。従って、ビーム形成部 105 からの出力信号は、受信された超音波信号の進行距離によって通過帯域の変化する動的帯域通過フィルタを通過させることが好ましい。図 10 に示した実施例では、ビーム形成部 105 の出力信号に乗算されるサイン又はコサイン信号の周波数  $f_c$  と低周波通過フィルタの遮断周波数  $f_c$  とを変化させることによって、動的帯域通過フィルタの機能が包絡線検出部 106 で行なわれる。これと異なり、動的帯域通過フィルタを別途に用いることができる。

【0028】包絡線検出部 106 からの出力信号はログ補償部 107 を経て表示素子 108 に供給される。ログ補償部 107 は包絡線検出部 106 と表示素子 108 との動的範囲の差異を補償するためのものである。

【0029】前述したように、一つの画素点に受信集束する動作を表示素子の全ての画素に対して繰り返すことによって一つの画面が表示される。RF フレームメモリ 103 は各々が一つの映像フレームデータを格納できる複数のメモリからなり、リアルタイムで映像が表示できるようにすることが望ましい。即ち、一つのフレームメモリに格納されているデータを用いて表示映像を発生させる間、他のフレームメモリは次のフレームに対する RF データを格納することである。

【0030】上記の実施例では一つの画素に対するデータを得るために選択した画素点に最も隣接した一つの実際走査線を利用したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、画素点  $(x_i, y_j)$  の両方に隣接した k 番目の走査線と (k + 1) 番目の走査線を利用してもよい。

【0031】図 11 は、2 つの隣接した実際走査線を用

いて画素点で受信集束したデータを求める実施例を説明するためのブロック図である。図 1 1 に示した実施例は、RF フレームメモリ のデータの中から k 番目の実際走査線に対する RF データを処理する部分と (k + 1) 番目の実際走査線に対する RF データを処理する部分を含み、包絡線検出データに重み付け 1 1 1 を加える。この実施例においては、包絡線検出部 1 0 6 で動的帯域通過フィルタリングを行うことが望ましい。図 1 1 に示したように、重み付け  $w_k$  及び  $w_{k+1}$  は式 6 によって決定されることができる。

$$\left. \begin{aligned} \text{【数 6】} \\ w_k &= \frac{d\theta_{k+1}}{\theta_{k+1} - \theta_k} \cdot d\theta_{k+1} = \theta_{k+1} - \theta_{x_i y_j} \\ w_{k+1} &= \frac{d\theta_k}{\theta_{k+1} - \theta_k} \cdot d\theta = \theta_{x_i y_j} - \theta_k \end{aligned} \right\} \text{式 6}$$

ここで、 $\theta_k$ 、 $\theta_{k+1}$  は各々 k 番目及び (k + 1) 番目の走査線が 1 番目の走査線となす角度を示す。図 1 0 について前述したように、RF フレームメモリ は各々が一つの映像フレームに対するデータを格納できる複数のメモリからなり、リアルタイムで映像が表示できるようにすることが望ましい。

【0 0 3 2】図 1 2 は、本発明の一実施例による、受信集束技法を説明するためのフロー図である。ステップ 1 2 1 0 では超音波撮像システムが初期化され、走査深さ、全走査線の数 N 等のシステムパラメタが決定される。また、本発明による受信集束技法を具現するため、表示素子の x 軸及び y 軸方向の画素数  $N_x$  及び  $N_y$ 、仮想走査線上の点の数 L、一つの画素データを求めるために用いられる隣接した実際走査線の数  $N_s$  などが決定される。

【0 0 3 3】ステップ 1 2 2 0 では各走査線に対する送信集束を行った後に、 $N_c$  個のトランスデューサによって受信された RF 信号を RF フレームメモリ に格納する。前述したように、RF フレームメモリ は各々が一つの映像フレームに対するデータが格納できる複数のメモリからなっており、一つのメモリに格納されているデータを用いてステップ 1 2 3 0 にて行う間、他のメモリは次のフレームに対する RF データを格納することができる。

【0 0 3 4】ステップ 1 2 3 0 にて、変数 i が 1 より  $N_x$  間にあると決定すると、次のステップ 1 2 4 0 に進行する。変数 i が 1 より  $N_x$  間になれば、これは一つの映像を構成する全ての画素データを求めたということの意味するので、i を 1 に設定してステップ 1 2 2 0 に復帰し、次の画面を形成するための RF 信号を格納する。

【0 0 3 5】ステップ 1 2 4 0 にて、変数 j が 1 より  $N_y$  間があれば、次のステップ 1 2 5 0 に進行する。変数 j が 1 より  $N_y$  間になれば、これは y 軸方向の一つのラインを構成する全ての画素データを求めたということ

を意味する。従って、j を 1 に設定して i を一つ増加させた後、ステップ 1 2 3 0 にリターンして次のラインが処理されるようにする。

【0 0 3 6】ステップ 1 2 5 0 では画素点  $(x_i, y_j)$  が、超音波撮像システムによって表示できる領域内にあるかを決定する。図 8 に示したように、表示素子の長方形画面には超音波撮像システムによって形成される放射状の映像部分以外の部分 8 7 が存在する。現在処理する画素点  $(x_i, y_j)$  がこの表示不可能な領域 8 7 内であれば、j を一つ増加させてステップ 1 2 4 0 に復帰し、次の画素点に対して動作を繰り返す。画素点  $(x_i, y_j)$  が表示可能な領域内であれば、ステップ 1 2 6 0 で画素点  $(x_i, y_j)$  に隣接した  $N_s$  個の実際走査線に対する RF データを用いて、画素点  $(x_i, y_j)$  で受信集束して表示データを求める。

【0 0 3 7】ステップ 1 2 6 0 にて求める表示データは、ステップ 1 2 7 0 にて表示メモリに格納される。ステップ 1 2 7 0 にて画素点  $(i, j)$  に対する表示データを表示メモリに格納した後は、j を一つ増加させてステップ 1 2 4 0 に復帰し、次の画素点に対するデータを求めて表示メモリに格納する動作を繰り返す。表示メモリに格納されたデータはステップ 1 2 8 0 で表示素子に表示する。

【0 0 3 8】図 1 3 は、図 1 2 のステップ 1 2 6 0 (即ち、 $N_s$  個の隣接した実際走査線に対する RF データを用いて画素点  $(x_i, y_j)$  で受信集束されたデータを求める動作) を詳細に説明するフロー図である。ステップ 1 3 1 0 にて画素点  $(x_i, y_j)$  に隣接した  $N_s$  個の実際走査線を選択し、各走査線に対する重み付けを決定する。例えば仮想走査線と各実際走査線との各距離に半比例する値を重み付けとして用いることができる。

【0 0 3 9】ステップ 1 3 2 0 にて変数 k, c, m を各々 1 と設定し、L 個の累算器のアレイ  $A_{cc}[m]$  をクリアさせる。変数 k は画素点  $(x_i, y_j)$  に隣接した  $N_s$  個の実際走査線各々を識別するために用いられる。変数 c は一つの実際走査線に超音波信号を送信集束と、反射された信号を受信する  $N_c$  個のトランスデューサ各々を識別するために用いられる。変数 m は包絡線検出のために用いられる、画素点  $(x_i, y_j)$  を含む仮想走査線上の L 個の受信集束点各々を表示するために用いられる。

【0 0 4 0】図 1 3 に示したフロー図は 3 個のループを含む。第 1 ループはステップ 1 3 5 0 ~ S 1 3 8 0 からなり、第 2 ループは第 1 ループを含んでステップ 1 3 4 0 ~ S 1 3 9 0 からなる。第 2 ループが 1 回実行される間、第 1 ループが L 回繰り返えされる。第 3 ループは第 2 ループを含んでステップ 1 3 3 0 ~ S 1 3 1 0 からなる。第 3 ループが 1 回実行される間、第 2 ループが  $N_c$  回繰り返えされる。第 3 ループは  $N_s$  回繰り返えされる。

10

20

30

40

50

【0041】第1ループはk番目の実際走査線に送信集束した後に、 $N_c$ 個のトランスデューサの中でc番目のトランスデューサの受信したRFデータが仮想走査線上のL個の点で受信集束されたデータに寄与する値を計算する。第1ループの動作を理解するため、図8を参照して画素点 $(x_i, y_j)$ を含む仮想走査線上のL個の点 $(x_{i1}, y_{j1})$ より $(x_{iL}, y_{jL})$ で受信集束されたデータを求める順序を説明する。mが1である場合、ステップ1360にて超音波信号が $(x_i, y_j)$ から反射されてc番目のトランスデューサに到達する伝搬遅延時間10を計算する。ステップ1370にては、ステップ1360にて計算された伝搬遅延時間を用いて点 $(x_{i1}, y_{j1})$ から反射されてc番目のトランスデューサの受信したRFデータを読み出した後、k番目の実際走査線に対する重み付けを乗算して $A_{cc}[1]$ に累算する。ステップ1380にてmを1増加させてステップ1350に復帰して第1ループを繰り返す。mが2であるため、点 $(x_{i2}, y_{j2})$ に対して上記動作を繰り返し、計算された値を $A_{cc}[2]$ に累算する。第1ループをL回繰り返すことによって、仮想走査線上のL個の点に対して20重み付けがされた結果を累算器に累算する。

【0042】ステップ1390にてcを1増加させ、mを1に設定した後、第1ループをL回繰り返すことによって、次のトランスデューサの受信したデータを用いてL個の点に対する集束データ値を累算する。第2ループを $N_c$ 回繰り返すことによって、k番目の実際走査線に送信集束した時、 $N_c$ 個のトランスデューサの受信した全てのRFデータがL個の点で受信集束されたデータに寄与する値が計算される。第3ループを $N_s$ 回繰り返す30ことによって、 $N_s$ 個の実際走査線全てに対するデータを用いてL個の点で受信集束された最終的なデータが計算される。

【0043】全てのループの繰り返しが終了されれば、L個の累算器 $A_{cc}[m]$ には画素点 $(x_i, y_j)$ を含む仮想走査線上のL個の点で受信集束されたデータが格納される。ステップ1415にて累算器に格納されたデータを帯域通過フィルタに通過させる。ステップ1420にて帯域通過フィルタを通過したデータから包絡線を検出し、ステップ1430にてログ補償する。図10を参照して述べたように、包絡線検出ステップ1420に40ては動的帯域通過フィルタの機能を同時に行うことも可能である。

【0044】前記したような本発明に対する実施例では特定構造の超音波撮像システムに対して説明したが、これは本発明がより容易に理解できるようにするためであり、本発明の範囲は特定の実施例に限定されることなく多様な変形が可能である。

【0045】例えば、本発明の実施例では放射状に配置された走査線に送信集束したことを説明したが、これに限定されるのではない。並列式走査線に送信集束する超\* 50

\*音波撮像システムも広く用いられており、このような装置でも画素点は走査線上に存在しないことも有り得る。本発明はこのような超音波撮像システムにも有効に適用することができ、画素点で直接受信集束することによって映像の質が改善できる。

【0046】また、本発明の実施例では送信時に超音波信号を各走査線上の一点のみに集束したが、これに限定されず、超音波信号が特定点に集束されないように送信する場合、即ち、送信時に超音波信号をディフォーカスする場合にも適用され得る。

【0047】図14は、送信時に超音波信号をディフォーカスするため各トランスデューサに加える時間遅延を説明するための図面である。図14に示したように、ディフォーカスされた超音波信号は超音波トランスデューサ列1410の後にある一つの仮想点1420から発生したように放射形に進行する。仮想点1420から特定の瞬間に出発した超音波信号が各トランスデューサに到達する時、各トランスデューサで超音波信号を送信すれば、送信された超音波信号は仮想点1420から発生したように放射形に進行する。仮想点1420と最も隣接した超音波トランスデューサ1410<sub>4</sub>が最も優先して超音波信号を送信する。仮想点1420から距離の遠いトランスデューサであるこそ遅く超音波信号を送信する。例えば、超音波トランスデューサ1410<sub>1</sub>の送信時点は超音波トランスデューサ1410<sub>4</sub>の送信時点と比較して遅れるが、その遅延時間は式7のようである。

【数7】

$$\text{遅延時間} = \frac{L_1 - L_4}{v} \quad \text{式7}$$

ここで、 $L_1$ は仮想の点1420から超音波トランスデューサ1410<sub>1</sub>までの距離であり、 $L_4$ は仮想の点1420から超音波トランスデューサ1410<sub>4</sub>までの距離であり、 $v$ は超音波信号の電波速度である。

【0048】超音波信号がディフォーカスされるように送信された後に、各トランスデューサの受信した信号が格納される。送信された信号が画素点から反射されて各トランスデューサの受信するまでの伝搬遅延時間を計算する。計算された伝搬遅延時間を考慮して格納された各トランスデューサの受信信号を加算することによって、画素点に集束された超音波信号の値を求める。

【0049】超音波信号が走査線上の一点に集束されるようにする場合、その点から遠く離れた画素点における画質が低下される短所がある。しかし、前述したように送信時に超音波信号をディフォーカスする場合には画素点の位置による画質低下を防止できるという長所がある。

【0050】上記において、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明の請求範囲を逸脱することなく、当業者は種々の改変をなし得るであろう。

【0051】

【発明の効果】従って、本発明によれば、表示素子における各画素に対応する点で直接受信集束することによって、別の走査変換器を必要とせず、信号処理部を簡潔にできる等のハードウェア側面でも有利であり、走査変換器で発生する映像の歪曲を除去することによって改善された画質の超音波映像を得ることができる。更に、本発明は、従来技術に比べて、全ての画素点で超音波信号を受信集束するため、表示素子の画素の個数が増加する場合にも画質が顕著に改善できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】三つの異なる遅延モードを有する従来のトランスデューサ列を示す模式図である。

【図2】超音波信号の送信の際、放射状の走査線上の一点に超音波信号を順次的に集束する固定集束技法を説明するための模式図である。

【図3】各トランスデューサからの受信集束信号を表示データに変換する走査変換器の機能を説明するためのブロック図である。

【図4】実際走査線上に位置せず、該実際走査線間に位置する画素点を図面である。

【図5】従来の動的受信集束技法を用いた超音波撮像システムのブロック図である。

【図6】従来の超音波撮像システムにおいて受信集束時の伝搬遅延時間を計算する過程を説明するための模式図である。

【図7】本発明による超音波撮像システムによって、実

\*際走査線上に存在しない画素点で動的受信集束時の伝搬遅延時間を計算する過程を説明するための模式図である。

【図8】本発明によって、隣接する実際走査線のデータを用いて、各画素に対する表示データを求める過程を説明するための模式図である。

【図9】本発明によって、受信集束したRF信号の値と包絡線上の値を比較する過程を説明するための模式図である。

10 【図10】本発明によって、画素点で直接受信集束するための超音波撮像システムのブロック図である。

【図11】本発明によって、隣接した2つの実際走査線を利用して画素データを求める超音波撮像システムのブロック図である。

【図12】本発明によって動的受信集束技法を説明するためのフロー図である。

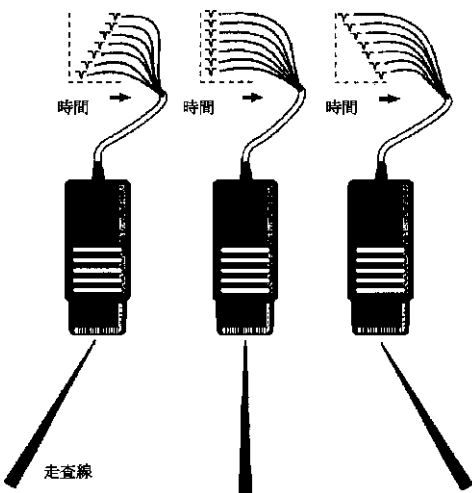
【図13】図12中のステップ1260の動作を詳しく説明するためのフロー図である。

【図14】送信の際、超音波信号をデフォーカスするため各トランスデューサに与えられる伝搬遅延時間を説明するための模式図である。

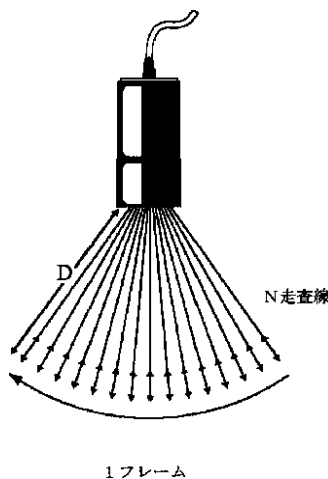
【符号の説明】

- 101 超音波トランスデューサ列
- 102 A/D変換器
- 103 RFフレームメモリ
- 105 ビーム形成器

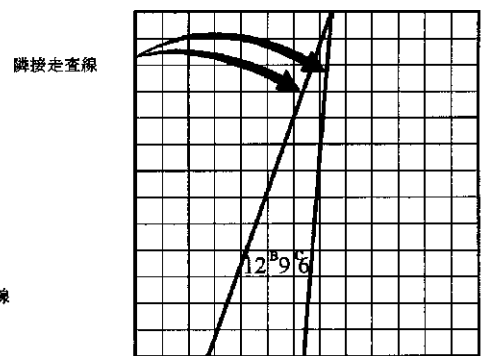
【図1】



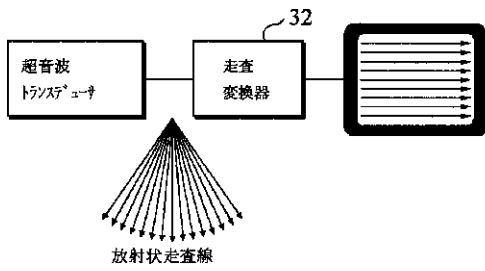
【図2】



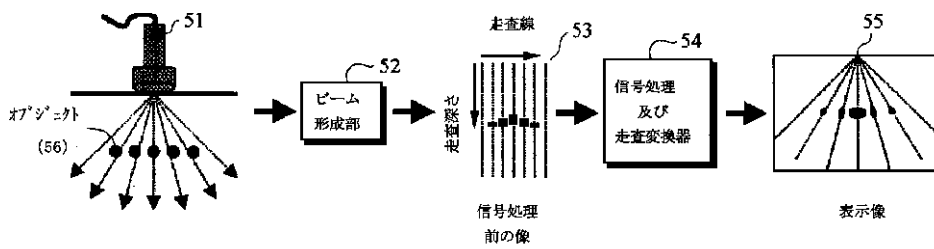
【図4】



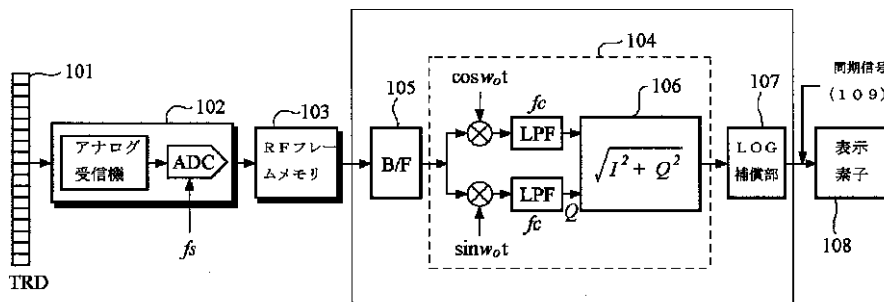
【図 3】



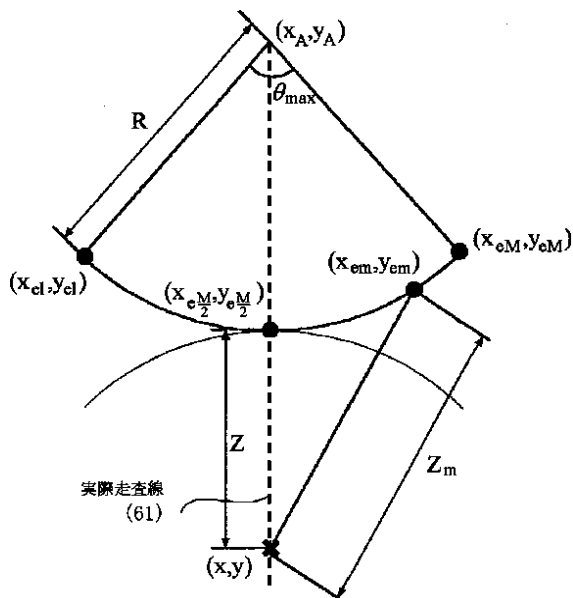
【図 5】



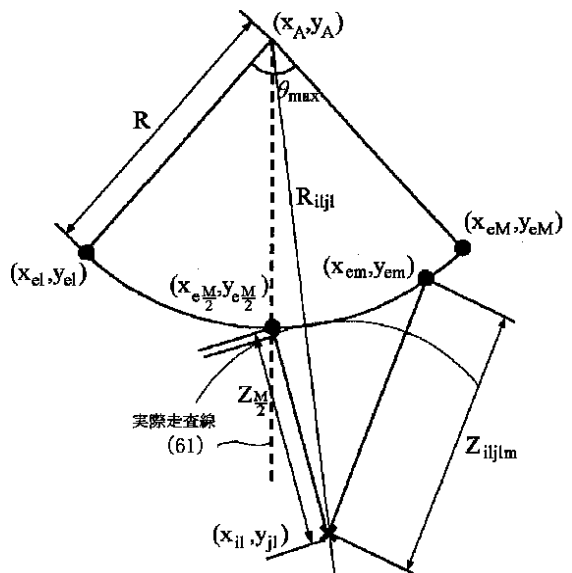
【図 10】



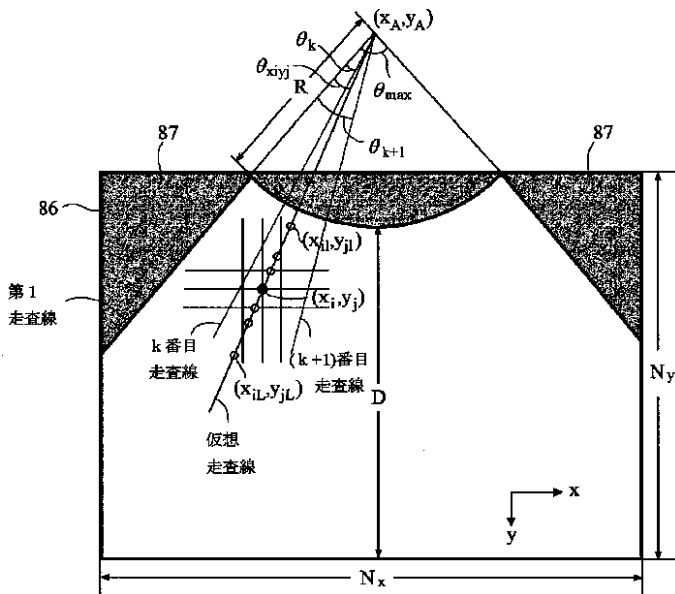
【図 6】



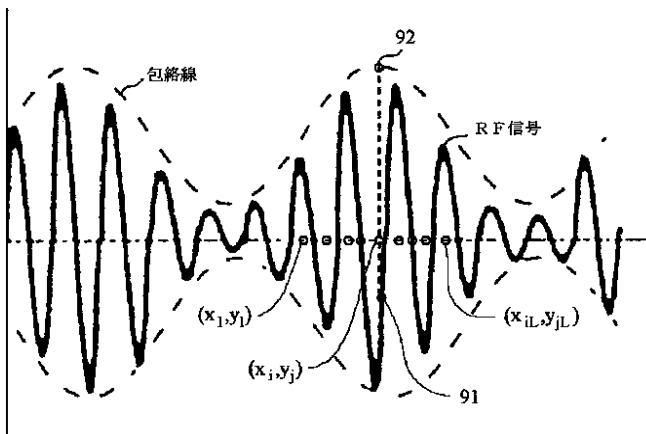
【図 7】



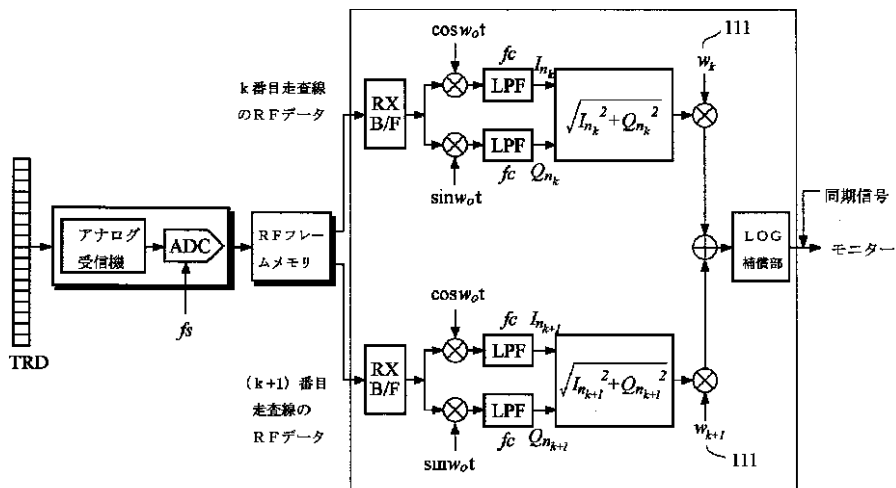
【図 8】



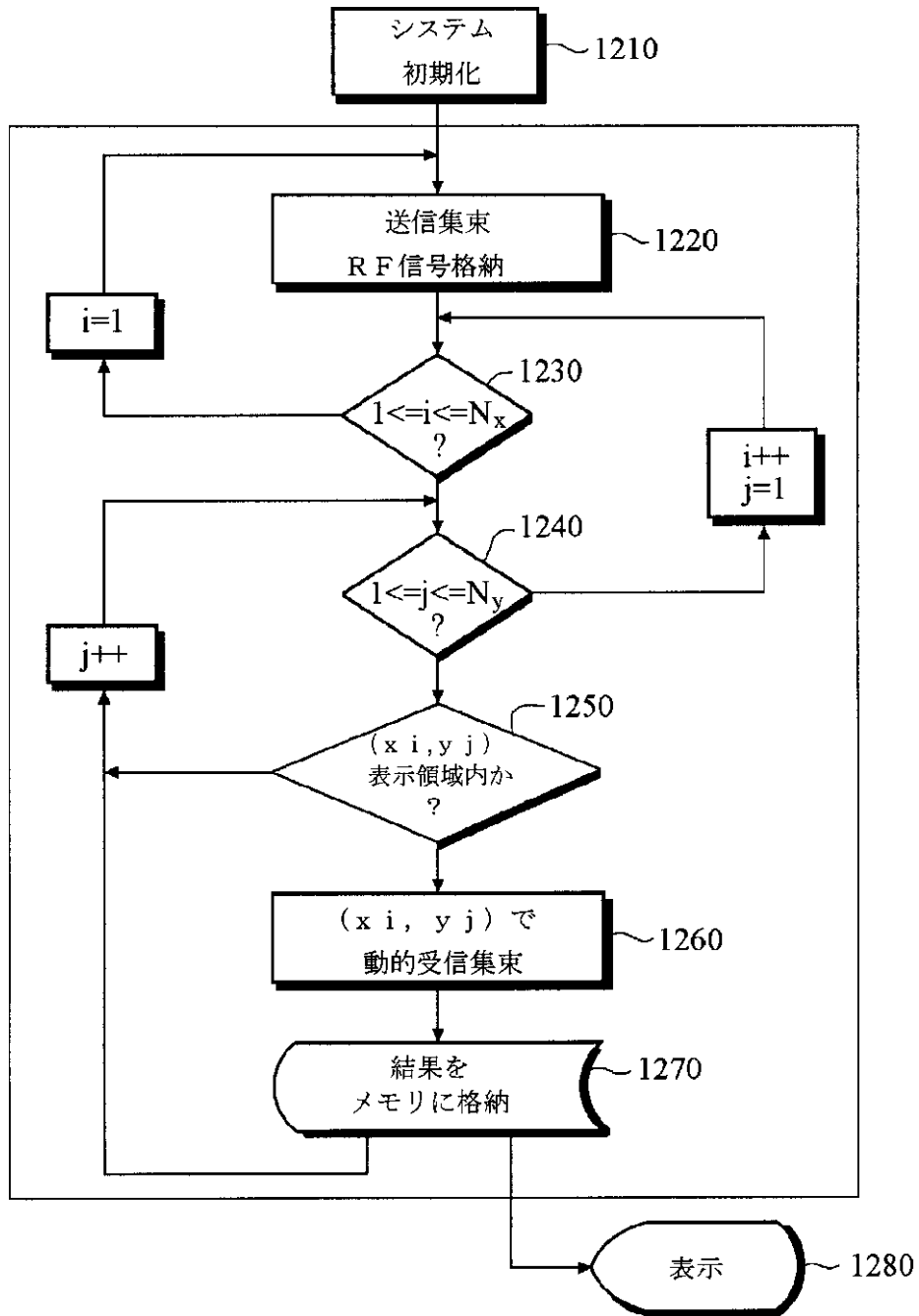
【図 9】



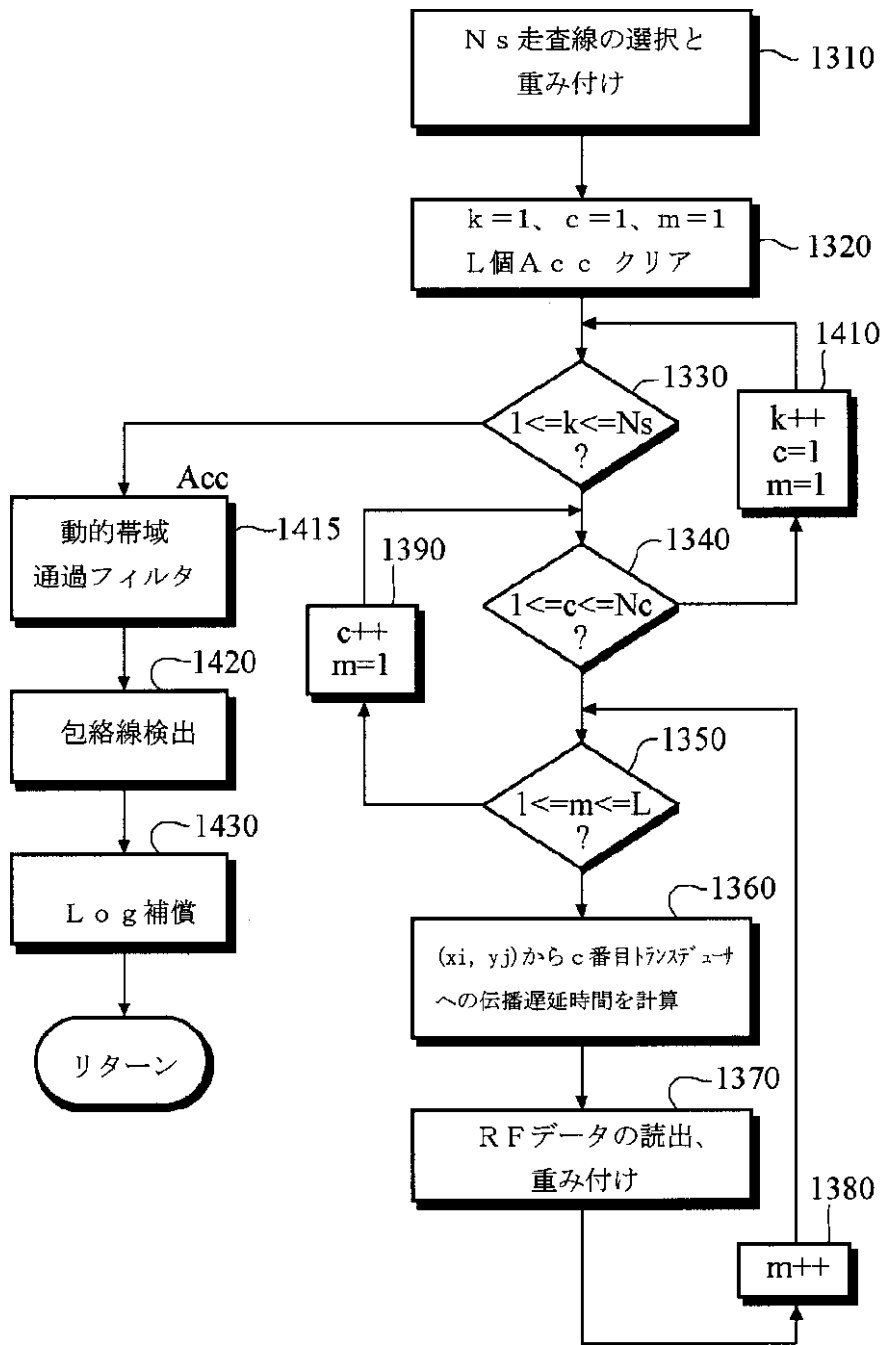
【図 11】



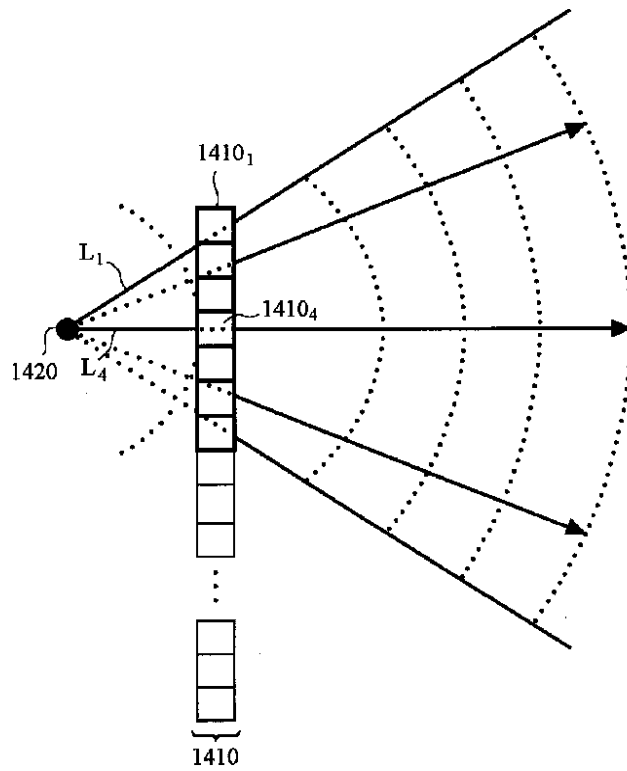
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平7 - 303634 ( J P , A )  
特開 平11 - 235338 ( J P , A )  
特開 平11 - 9603 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)  
A61B 8/00 - 8/15

专利名称(译)	超声成像系统及其方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP3453368B2</a>	公开(公告)日	2003-10-06
申请号	JP2001041011	申请日	2001-02-16
[标]申请(专利权)人(译)	三星麦迪森株式会社 株式会社MEDISON		
申请(专利权)人(译)	株式会社 メディソン 株式会社MEDISON		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社 メディソン 株式会社MEDISON		
[标]发明人	ファンゼソプ ソソテキヨソ		
发明人	ファン ゼ ソプ ソソ テ キヨソ		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S7/52046 G01S7/52044 G01S7/52053 G01S15/8906		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C301/EE07 4C301/EE15 4C301/JB21 4C301/JC01 4C601/EE04 4C601/EE12 4C601/JB34 4C601/JC01 4C601/LL31		
优先权	1020000007236 2000-02-16 KR		
其他公开文献	JP2001224589A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种系统，用于在与显示元件的图像元素相对应的点中直接接收和聚焦图像数据，而不使用任何扫描转换器来显示图像数据。解决方案：传输要聚焦到物体周围的每条预定扫描线上的点的超声波信号，接收并存储发射的超声波信号的反射信号，从多个传感器确定到达每个传感器的反射信号的特性。包含一个选择点的虚拟扫描线上的点的数量，以计算显示元件的选择点的显示数据，并且对显示元件的其他图像元素重复上述过程，从而可以显示高质量的超声图像。

