

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3754142号
(P3754142)

(45) 発行日 **平成18年3月8日(2006.3.8)**

(24) 登録日 平成17年12月22日(2005.12.22)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F I

A 6 1 B 8/00

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-232776
 (22) 出願日 平成8年9月3日(1996.9.3)
 (65) 公開番号 特開平10-75952
 (43) 公開日 平成10年3月24日(1998.3.24)
 審査請求日 平成15年8月27日(2003.8.27)

(73) 特許権者 000153498
 株式会社日立メディコ
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号
 (74) 代理人 100099852
 弁理士 多田 公子
 (74) 代理人 100099760
 弁理士 宮川 佳三
 (72) 発明者 岡田 一孝
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号
 株式会社 日立メ
 ディコ内
 審査官 後藤 順也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波断層装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の振動子素子が配列されることにより多チャンネルに形成され、被検体に超音波を送受信する探触子と、前記探触子に超音波送信信号を与えると共に、前記探触子により受信された超音波受信信号を増幅した後、所定の遅延を与えて受波フォーカスかける超音波送受信部と、前記超音波送受信部から出力される前記超音波受信信号に対し所定の処理をする画像処理回路と、前記画像処理回路から出力される信号を画像表示するための信号に変換するデジタルスキャンコンバータ部と、前記デジタルスキャンコンバータ部から出力される信号に基づいて画像を表示する画像表示器とを備えた超音波断層装置において、

前記超音波送受信部は、一の送信ビームに対して、指向性が各々微妙に異なる複数の受信ビームを前記探触子の奇数チャンネルまたは偶数チャンネルのいずれかで時分割処理により同時に受信する手段と、前記探触子の奇数チャンネルで受信した受信信号及び偶数チャンネルで受信した受信信号のいずれかを時分割状態のまま記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶された受信信号と前記記憶された受信信号を受信したチャンネルに隣接するチャンネルで受信した時分割の受信信号とを該受信ビーム同士で加算し、開口合成を行う手段とを備えたことを特徴とする超音波断層装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波断層装置に係わり、特に超音波信号の受信の仕方に特徴のある超音波断

10

20

層装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から複数の振動子素子が配列された多チャンネルの探触子を備えた超音波断層装置が知られている。このような装置においては、図4に示すように、送波フォーカス回路201で発生した送信信号は送波回路202により高圧信号に変換され、その結果探触子1の多数の振動子素子群が駆動され、探触子1から超音波が被検体に対して送信される。

【0003】

一方、被検体から反射された超音波は、探触子1の振動子素子群で受信され、各振動子素子群毎に初段増幅回路203で増幅された後、A/D変換器204でデジタル信号に変換される。このデジタル信号に、デジタル遅延回路205で所定の遅延を与え、受信チャンネル加算回路206で加算することにより受波フォーカスをかける。加算されたデジタル信号は画像処理回路3で所定の処理がなされ、更にデジタルスキャンコンバータ(DSC)4により画像を表示するための表示信号に変換され、画像表示器5に表示される。

10

【0004】

この超音波断層装置では、音速による完像時間に制限されることなくリアルタイムでの測定を可能にするため、超音波の一つの送信方向に対して、超音波ビームの受信の指向性を各々微量だけずらし、複数の受信ビームを同時に受信する、いわゆる複数ビームによる同時受信を行うことができる(特公昭56-20017号)。この場合、デジタル遅延回路205、受信チャンネル加算回路206、画像処理回路3及びDSC4の動作は、受信ビームの本数とサンプル周波数の積の数に時分割されて動作する。

20

【0005】

一方、信号のS/Nを向上させる技術として、1回の送受信では探触子1を形成する振動子素子数よりも少ないチャンネル数を用い、チャンネル(振動子素子)を変えて複数回の送受信を行う開口合成と言われている技術が知られている。この開口合成では複数回の送受信で得られた複数の受信ビームを加算することにより、S/Nの良好な一つの受信ビームを得ることができる。例えば、偶数及び奇数チャンネルに分けて2回の送受信を行い、これらを加算することにより、2倍のチャンネル数によるビームに相当する分解能やS/Nが得られる。即ち、少ないチャンネル数で良好な分解能やS/Nが実現できるので、装置を安価にすることができる。

30

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した開口合成は、1本のビームを得るために複数回の送受信を行うので、フレームレートが遅くなるという問題がある。

【0007】

また、前述した複数ビームを同時受信する技術にこの開口合成技術と単純に組み合わせて同時受信した複数ビームの開口合成を行おうとすると、初段増幅回路203、A/D変換器204及びデジタル遅延回路205がそれぞれ同時受信するビームの数だけ必要となり、ハードウェアが大規模化するため実現が困難である。

【0008】

そこで本発明は、ハードウェアを大規模化することなく複数ビームの開口合成が可能であり、それにより開口合成においてもフレームレートを向上させる超音波断層装置を提供することを目的としたものである。

40

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の超音波断層装置は、複数の振動子素子が配列されることにより多チャンネルに形成され、被検体に超音波を送受信する探触子と、探触子に超音波送信信号を与えると共に、探触子により受信された超音波受信信号を増幅した後、所定の遅延を与えて受波フォーカスをかける超音波送受信部と、超音波送受信部から出力される超音波受信信号に対し所定の処理をする画像処理回路と、画像処理回路から出力される信号

50

を画像表示するための信号に変換するDSC部と、DSC部から出力される信号に基づいて画像を表示する画像表示器とを備えた超音波断層装置において、超音波送受信部は、一の送信ビームに対して、指向性が各々微妙に異なる複数の受信ビームを探触子の奇数チャンネルまたは偶数チャンネルのいずれかで時分割処理により同時に受信する手段と、探触子の奇数チャンネルで受信した受信信号及び偶数チャンネルで受信した受信信号のいずれかを時分割状態のまま記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された受信信号と記憶された受信信号を受信したチャンネルに隣接するチャンネルで受信した時分割の受信信号とを該受信ビーム同士で加算し、開口合成を行う手段とを備えたものである。

【0010】

好適にはこの超音波断層装置は、超音波送受信部は、受信ビームの指向性を微少量だけずらして同時受信した複数の受信信号をそれぞれデジタル化して遅延及び加算処理するデジタル処理手段と、デジタル処理手段の出力を一時記憶する記憶手段と、デジタル処理手段を記憶手段に選択的に接続する選択手段と、記憶手段に保存された受信信号を読み出し、デジタル処理手段の出力と合成する合成手段とを備えたものである。

10

【0011】

このような超音波断層装置においては、超音波送受信部は、超音波の一つの送信方向に対して、受信ビームの指向性を各々微少量だけずらして複数の受信ビームを時分割して同時に受信し、この同時受信を複数回行い、この複数回の同時受信により得られた受信信号をデジタル化した信号を受信ビームの指向性毎にそれぞれ合成する（開口合成）。

【0012】

具体的には、同時受信された複数の受信信号をそれぞれデジタル処理手段で遅延処理した後受信ビーム毎に加算処理し、デジタル化された受信信号に変換して時分割処理される。これらの受信信号は選択手段により、ラインメモリのような記憶手段に一旦保存される。次いで、このような複数の受信信号を同時受信・デジタル処理を繰り返し、ここで得られた受信信号は、合成手段によって読み出された先に記憶手段に保存された受信信号と合成される。このようにして同時受信される受信ビームの本数分の受信信号が得られる。

20

【0013】

これにより開口合成の手法により複数回の送受信がなされることによるフレームレートの遅れは、複数ビームによる時分割した同時受信により相殺することができ、フレームレートを落とさず良好なS/N及び分解能を実現することができる。

30

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の超音波断層装置の実施例を図1を用いて説明する。

【0015】

この超音波断層装置は、多数の振動子素子群が配列されて多チャンネルに形成され被検体に超音波を送受信する探触子1と、探触子1に超音波送信信号を与えると共に、探触子1により受信された超音波受信信号を増幅した後更に所定の遅延を与えて受波フォーカスを行う超音波送受信部2と、超音波送受信部2から出力される出力信号に対し所定の処理を行う画像処理回路3と、画像処理回路3から出力される信号を画像表示のための表示信号に変換するDSC4と、DSC4からの出力を表示するTVモニタ等の画像表示器5とを備えている。

40

【0016】

超音波送受信部2は、送信系として、超音波送信信号を発生すると共に所定の遅延を与えることにより送波フォーカスかける送波フォーカス回路201と、この超音波送信信号を高圧信号に変換し、探触子1の振動子素子群を駆動する送波回路202とを備えており、また、受信系として、受信信号をアナログ的に増幅する初段増幅回路203と、初段増幅回路203で増幅された信号をデジタル信号に変換するA/D変換器204と、所定の遅延を与えるデジタル遅延回路205と、デジタル遅延回路205の作用と相まって受波フォーカスかける受信チャンネル加算回路206とを備えている。

【0017】

50

本発明の超音波断層装置においては、更に、超音波送受信部 2 に、デジタル化された受信信号を退避するため一時的に保存させておく記憶手段であるラインメモリ 207、受信信号をラインメモリ 207 に退避するか否かを選択する選択手段であるビームセクタ 208 及びラインメモリ 207 に退避されている受信信号とビームセクタ 208 から直接転送されてくる受信信号とを合成するビーム加算回路 209 を備えている。

【0018】

このような超音波断層装置においては、送波フォーカス回路 201 で発生した送信信号が送波回路 202 により高圧信号に変換され、多チャンネルに形成された探触子 1 の振動素子群から被検体に対して超音波ビームが送信される。被検体から反射された超音波ビームは、探触子 1 の多チャンネルな振動子素子群で受信される。受信信号は各チャンネル毎に初段増幅回路 203 で増幅された後、A/D変換器 204 でデジタル信号に変換される。これら各チャンネル毎のデジタル信号は、デジタル遅延回路 205 で所定の遅延を与えられ、受信チャンネル加算回路 206 で加算されることにより受波フォーカスされた受信信号となる。

10

【0019】

更に本発明では、フレームレートを遅くすることなく開口合成を実現するため、図 2 に示すように複数ビームの同時受信を複数回行う。複数ビームの同時受信は公知の方法により行うことができ、例えば、受信された受信信号にデジタル遅延回路 205 で与える遅延量を制御することにより複数方向の指向性を得ることができる。この実施例では、図 2 に示すように超音波の一つの送信方向（例えば送信ビーム）に対して、超音波ビームの受信の指向性を各々微量だけずらし、時分割して同時に 2 つの受信ビーム A、B を受信する。これら 2 つのビームの同時受信を複数回行い、開口合成する。この実施例では同時受信を 2 回行う場合について開口合成の手法を以下に説明する。

20

【0020】

まず、図 3 に示すように受信同期信号のタイミングに従い、探触子 1 の奇数番目に配列された振動子素子、即ち奇数チャンネル CH1、CH3・・・（図 2 では斜線で示す振動子）で受信を行う。受信信号 A、B は、A/D変換器 204 のサンプル毎に時分割され、受信チャンネル加算回路 206 で加算される。このとき、受信チャンネル加算回路 206 の出力は図 3 に示すように、A1(0)、B1(0)、A1(1)、B1(1)、A1(2)、B1(2)・・・のような受信信号の配列となる。尚、A は受信ビーム A から得られた受信信号であることを示し、B は受信ビーム B から得られた受信信号であることを示しており、A 及び B の後の数字 " 1 " は奇数チャンネルを使用していることを示している。またかっこ内の数字はサンプル番号を示しており、サンプル番号が大きいほど深度が深いことを示している。サンプル数はサンプル周波数によって決まり、通常 256 或いは 512 である。

30

【0021】

このように複数ビームを同時受信する場合、時分割処理においては、受信信号の信号帯域を確保するため、2 本のビームの場合は、通常のサンプル周波数の 2 倍以上のサンプル周波数が必要となる。

【0022】

この受信チャンネル加算回路 206 の出力はラインメモリ 207 に転送される。即ち、ビームセクタ 208 は奇数チャンネルを使用している場合、ラインメモリ 207 側を選択し、これにより受信信号はラインメモリ 207 に転送され、時分割状態（A1(0)、B1(0)、A1(1)、B1(1)、A1(2)、B1(2)・・・）のまま一時保存される。

40

【0023】

次に、次の受信同期信号のタイミングに従い、探触子 1 の偶数チャンネル CH2、CH4・・・（図 2 では白抜きで示す振動子）を用いて同様に受信を行う。この場合も同様に時分割され、受信チャンネル加算回路 206 で加算され、その出力は図 3 に示すように、A2(0)、B2(0)、A2(1)、B2(1)、A2(2)、B2(2)・・・のような受信信号の配列となる。尚、A 及び B の後の " 2 " は偶数チャンネルを使用していることを示している。偶数チャンネルを使用する場合、ビームセクタ 208 はビーム加算回路 209 側を選択し、受信チャンネル加算回

50

路 206 の出力である受信信号はそのままビーム加算回路 209 に転送される。

【0024】

ビーム加算回路 209 はラインメモリ 207 に一時保存された受信信号 (A1(0)、B1(0)、A1(1)、B1(1)、A1(2)、B1(2)...) と受信チャンネル加算回路 206 からの受信信号 (A2(0)、B2(0)、A2(1)、B2(1)、A2(2)、B2(2)...) とを加算し、図 3 に示すように受信信号 A(0)、B(0)、A(1)、B(1)、A(2)、B(2)...) を出力する。このように開口合成により得られる受信信号 (A(0)、B(0)、A(1)、B(1)、A(2)、B(2)...) は、2 倍のチャンネル数で受信したのに相当する分解能及び S/N を有するものであるが、このようなデータが 1 本の送信ビームにつき 2 本の受信ビーム A 及び B に対して得られる。これにより、開口合成のために行われる 2 回の送受信によるフレームレートの遅れは 2 本のビームの同時受信により相殺することができ、従ってフレームレートを落とすことなく開口合成を行うことができる。

10

【0025】

同様な走査処理が、送信ビームの方向を少し変えた送信ビーム、これに対する受信ビーム C、D についても行われる。

【0026】

このようにして得られたビーム加算回路 209 からの一連の出力は、画像処理回路 3 で補間、FFT 等の所定の処理がなされ、更に DSC 4 により画像を表示するための表示信号に変換され、画像表示器 5 に超音波画像として表示される。

【0027】

尚、上記の実施例では、1 本の送信ビームに対して 2 本の受信ビームを同時受信する場合について説明したが、同時受信するビームの本数は 2 本に限らず任意の複数本でも実現できる。このように同時受信するビームの本数が増えれば、受信ビームの信号帯域を確保するため、時分割処理においてサンプル周波数は増加し、例えば、4 本ビームの場合には通常のサンプル周波数の 4 倍以上のサンプル周波数が必要となるので、A/D 変換器等として近年開発された、処理速度の早い部品を用いることが望ましい。

20

【0028】

また、開口合成する際、チャンネルを偶数チャンネルと奇数チャンネルに分ける場合を例にとって説明したが、このような分け方に限られるものではなく、例えば前半チャンネルと後半チャンネルとに分けてもよい。また、開口合成のために行われる送受信の回数は 2 回に限らず、任意の複数回でも同様に行うことができる。

30

【0029】

また、ラインメモリ 207 は、実施例での説明のように開口合成のために行われる同時受信の回数と同数或いはそれより 1 少ない個数設けてもよいし、1 画像分の受信信号を保存するために送信ビームの本数分の個数設けてもよい。

【0030】

更に、ラインメモリ 207 の数を同時受信の回数と同数個設けた場合には、ビームセレクタ 207 は受信毎に逐次所定のラインメモリ 207 を割り当て、全ての受信信号を一旦ラインメモリ 207 に保存し、その後ラインメモリ 207 から受信信号を読み出しながらビーム加算回路 209 で合成することもできる。

40

【0031】

【発明の効果】

本発明の超音波断層装置は、超音波の一つの送信方向に対して、受信ビームの指向性を各々微量だけずらして複数の受信ビームを同時に受信し、この同時受信を少なくとも 2 回行い、この同時受信の回数分の受信信号をそれぞれ合成することにより、フレームレートを落とすことなく開口合成を可能とし、分解能及び S/N の優れた超音波断層画像を得ることができる。

【0032】

また、本発明によれば、受信信号のデジタル化を行うことにより、受信信号を時分割処理することが可能となり、このためハードウェアを大規模化することなく同時受信した複数

50

ビームの開口合成を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の超音波断層装置の一実施例のブロック図。

【図2】 本発明による複数ビームの同時受信を説明する図。

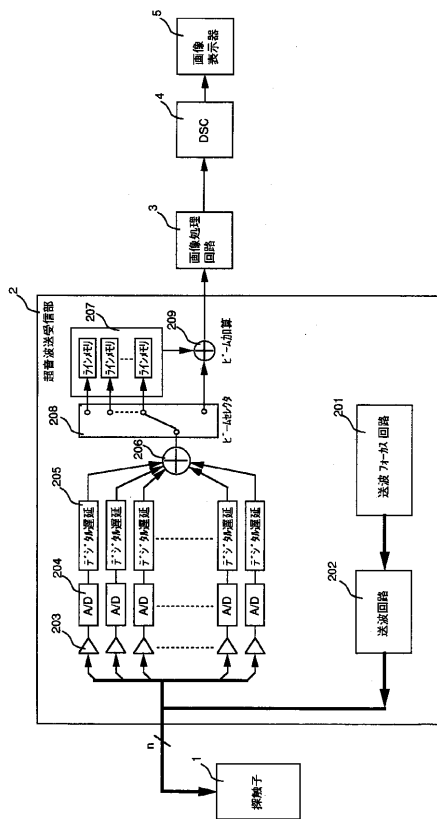
【図3】 本発明による同時受信された複数ビームの開口合成の説明図。

【図4】 従来の超音波断層装置のブロック図。

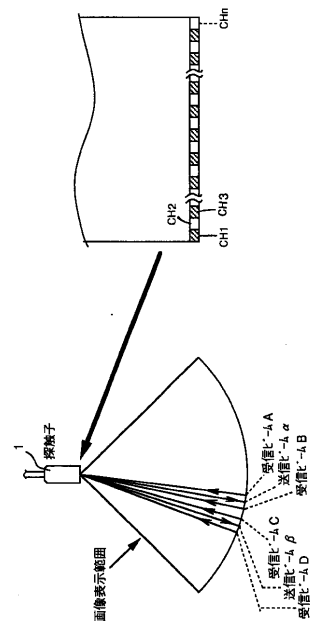
【符号の説明】

- 1 探触子
- 2 超音波送受信部
- 3 画像処理回路
- 4 デジタルスキャンコンバータ (D S C)
- 5 画像表示器
- 204 A / D変換器 (デジタル処理手段)
- 205 デジタル遅延回路 (デジタル処理手段)
- 206 受信チャンネル加算回路 (デジタル処理手段)
- 207 ラインメモリ (記憶手段)
- 208 ビームセクタ (選択手段)
- 209 ビーム加算回路 (合成手段)

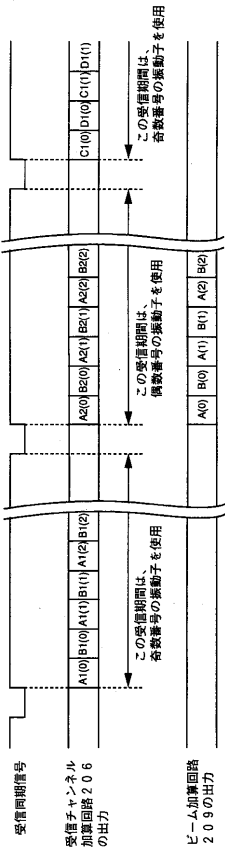
【図1】



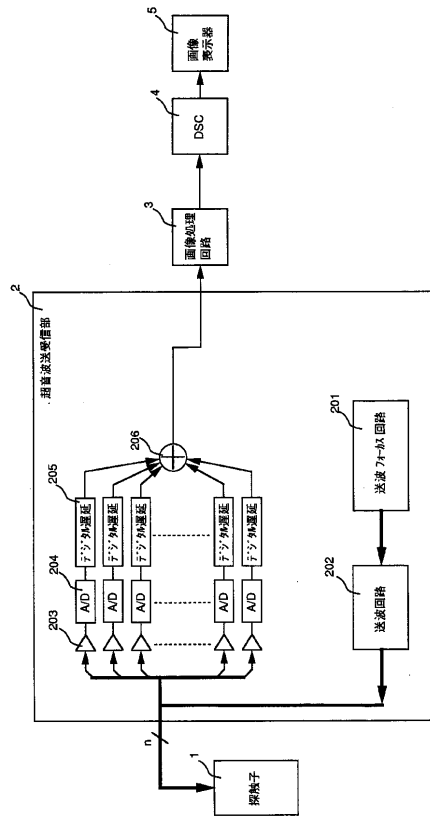
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 339479 (JP, A)
特公昭56 - 020017 (JP, B1)
特開平07 - 067879 (JP, A)
特開平08 - 266540 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00-8/15