

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5600285号
(P5600285)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014.8.22)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F I

A 6 1 B 8/00

請求項の数 16 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2010-255541 (P2010-255541)	(73) 特許権者	390029791
(22) 出願日	平成22年11月16日(2010.11.16)		日立アロカメディカル株式会社
(65) 公開番号	特開2012-105750 (P2012-105750A)		東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(43) 公開日	平成24年6月7日(2012.6.7)	(74) 代理人	110001210
審査請求日	平成25年10月4日(2013.10.4)		特許業務法人Y K I 国際特許事務所
		(72) 発明者	村下 賢
			東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
		審査官	泉 卓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波の送受波により構成された第1フレームと第2フレームとの間において処理を行う手段であって、前記第1フレーム中の注目画素ごとに前記第2フレーム上の移動先を演算するフレーム間処理部と、

前記注目画素ごとに演算される移動先を用いて、前記第2フレームを高密度フレームに再構成する再構成部と、

を含み、

前記フレーム間処理部は、前記第1フレームと前記第2フレームとの間でパターンマッチング処理を実行することにより、前記注目画素の移動先つまり転写先として、前記第2フレーム上のマッピング位置を演算し、これによって、前記第1フレーム中の複数の画素が前記第2フレーム上に追加的画素群としてマッピングされ、

前記第2フレームを構成していた原始的画素群と前記マッピングされた追加的画素群とに基づいて前記第2フレームが前記高密度フレームに再構成される、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、

前記第1フレームよりも前記第2フレームの方が時間的に後のフレームである、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項3】

10

20

請求項 1 記載の装置において、
前記再構成部は、前記原始的画素群及び前記追加的画素群に基づいて、前記第 2 フレームに複数の補間ラインを挿入する、
ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の装置において、
前記フレーム間処理部は、
前記第 1 フレーム中の注目画素ごとのパターンマッチング処理結果として相関値分布を生成する相関値分布生成部と、
前記第 1 フレーム中の注目要素ごとの相関値分布に基づいて前記移動先として前記第 2 フレーム上の対応アドレスを演算する対応アドレス演算部と、
を含むことを特徴とする超音波画像処理装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 記載の装置において、
前記対応アドレスは、前記第 2 フレームにおける原始的な画素間隔の整数倍に相当する整数部と、前記原始的な要素間隔よりも小さい小数値と、を含む小数値付き対応アドレスである、
ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の装置において、
前記再構成部は、前記第 2 フレームを構成していた原始的画素群と、前記注目画素ごとの画素値及び前記小数値付き対応アドレスによって定義される追加的画素群と、に基づく補間処理により、前記高密度フレームを再構成する、
ことを特徴とする超音波画像処理装置。

20

【請求項 7】

請求項 6 記載の装置において、
前記再構成部は、前記第 2 フレームを構成していたライン列における隣接ライン間に 1 又は複数の補間ラインを挿入し、
前記各補間ラインは複数の補間画素からなる、
ことを特徴とする超音波画像処理装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 記載の装置において、
前記注目画素は前記第 1 フレームにおける部分的な領域内において選定され、
前記高密度化フレームは部分的に高密度化されたフレームである、
ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 記載の装置において、
前記フレーム間処理部は、前記超音波の送受波により構成された前記第 2 フレームと第 3 フレームとの間における処理により、前記第 3 フレーム中の注目画素ごとに前記第 2 フレーム上の移動先を演算し、
前記再構成部は、前記第 1 フレーム中の注目画素ごとに及び前記第 3 フレーム中の注目画素ごとに演算される移動先を用いて前記第 2 フレームを前記高密度フレームに再構成する、
ことを特徴とする超音波画像処理装置。

40

【請求項 10】

請求項 1 記載の装置において、
前記第 1 フレーム、前記第 2 フレーム及び前記高密度フレームはそれぞれ送受波座標系に従うフレームであり、
前記高密度フレームから表示座標系に従う表示フレームを生成する変換部が設けられた、

50

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 記載の装置において、

前記第 1 フレーム及び前記第 2 フレームは放射状に広がる超音波ビーム列により構成され、

前記高密度フレームは少なくとも当該フレームの深い部分に加えられた複数の補間ラインを有する、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 記載の装置において、

前記第 1 フレーム及び前記第 2 フレームはそれぞれリアルタイムで取得されたフレーム又はシネメモリから読み出されたフレームである、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 記載の装置において、

前記フレーム間処理部への前記第 1 フレーム及び前記第 2 フレームの入力前に前記第 1 フレーム及び前記第 2 フレームを高密度化する前処理を実行する手段を含む、ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 記載の装置において、

前記高密度フレーム又はそれに基づく表示フレームを更に高密度化する後処理を実行する手段を含む、ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 1 5】

超音波の送受波により構成された送受波座標系に従う第 1 フレームと第 2 フレームとの間において処理を行う手段であって、前記第 1 フレーム中の注目画素ごとに前記第 2 フレーム上の移動先を演算するフレーム間処理部と、

前記注目画素ごとの画素値及び移動先を参照しつつ、前記第 2 フレームから表示座標系に従う表示フレームを生成する変換部と、

を含み、

前記フレーム間処理部は、前記第 1 フレームと前記第 2 フレームとの間でパターンマッチング処理を実行することにより、前記注目画素の移動先つまり転写先として、前記第 2 フレーム上のマッピング位置を演算し、これによって、前記第 1 フレーム中の複数の画素が前記第 2 フレーム上に追加的画素群としてマッピングされ、

前記第 2 フレームを構成していた原始的画素群と前記マッピングされた追加的画素群とに基づいて前記表示フレームが生成される、

ことを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項 1 6】

情報処理装置において実行される超音波画像処理プログラムにおいて、

超音波の送受波により構成された第 1 フレームと第 2 フレームとの間において処理を行うモジュールであって、前記第 1 フレーム中の注目画素ごとに前記第 2 フレーム上の移動先を演算するモジュールと、

前記注目画素ごとに演算される移動先を用いて、前記第 2 フレームを高密度フレームに再構成するモジュールと、

を含み、

前記第 1 フレームと前記第 2 フレームとの間でパターンマッチング処理を実行することにより、前記注目画素の移動先つまり転写先として、前記第 2 フレーム上のマッピング位置が演算され、これによって、前記第 1 フレーム中の複数の画素が前記第 2 フレーム上に追加的画素群としてマッピングされ、

前記第 2 フレームを構成していた原始的画素群と前記マッピングされた追加的画素群とに基づいて前記第 2 フレームが前記高密度フレームに再構成される、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする超音波画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波画像処理装置に関し、特に超音波画像を高解像度化する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波画像処理装置は、例えば、超音波診断装置あるいは情報処理装置として構成される。後者においては超音波診断装置から提供された画像データが処理される。以下においては、超音波画像処理装置としての超音波診断装置について説明する。超音波診断装置は、生体に対して超音波を送受波し、これによって得られた受信情報に基づいて超音波画像を形成する装置である。超音波画像としては、二次元断層画像、二次元血流画像、三次元画像、等が知られている。

10

【0003】

より詳しく説明すると、生体内における超音波ビームの電子走査により仮想的なビーム走査面が形成される。これによりビーム走査面に対応した受信フレーム（受信フレームデータ）が取得される。受信フレームはビーム走査方向に並んだ複数のビームデータにより構成され、各ビームデータは深さ方向に並んだ複数のエコーデータにより構成される。別言すれば、受信フレームは、二次元配列されたエコーデータ群（エコーデータアレイ）により構成される。個々のエコーデータは、受信フレームの構成要素であり、それは一般にピクセル（画素）と称される（但し、後述する表示フレームの構成要素も一般にピクセル（画素）と称される）。

20

【0004】

受信フレームを構成する各ピクセルは送受波座標系（電子セクタ走査の場合には極座標系）に従ったアドレスを有する。受信フレームを表示フレームに変換するために、すなわち、送受波座標系を表示座標系（直交座標系）に変換するために、超音波診断装置内にはスキャンコンバータが搭載されている（特許文献1参照）。スキャンコンバータは、座標変換機能の他、補間処理機能、フレームレート調整機能、等を有している。

【0005】

30

超音波画像の画質を向上するためには受信フレームを高解像度化（つまり高密度化）するのが望ましい。そのために1つの受信フレームを構成するビームデータの個数（エコーデータ密度）を多くすると、受信フレームレートが低下してしまう。受信フレームに対して、フレーム間補間処理又はライン間補間処理を適用してピクセル密度又はライン密度を上げることが可能である。しかし、そのような補間処理は、従来において単純な線形補間処理に過ぎなかったために、見掛け上、データ量が増大していても、超音波画像の画質を十分に向上させることができなかった。

【0006】

セクタ走査、コンベックス走査、ラジアル走査等のビーム走査方式においては、扇状あるいは放射状のビーム配列が構成され、深い部位ほどビーム間隔が広がる。上記のスキャンコンバータにおいては、表示フレームにおいて必要な画素を補間演算によって生成している。従って、表示フレームにおける深い部分において多数の補間画素が埋め込まれる。それ故、そのような深い部分において、画素不足が生じることはないが、画像がぼけてしまうという問題があった。具体的には、ビーム走査方向に像が流れるあるいは崩れるという問題があった。三次元画像を構築する場合にも上記同様の問題が生じ得る。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-299651号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、超音波画像を高密度化して画質を向上させることにある。

【0009】

本発明の他の目的は、扇状又は放射状に超音波ビームアレイが形成される走査方式が実施される場合において、超音波画像における特に深い部分の画質を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る超音波画像処理装置は、超音波の送受波により構成された第1フレームと第2フレームとの間において処理を行う手段であって、前記第1フレーム中の注目画素ごとに前記第2フレーム上の移動先を演算するフレーム間処理部と、前記注目画素ごとに演算される移動先を用いて、前記第2フレームを高密度フレームに再構成する再構成部と、を含むものである。

【0011】

上記構成によれば、第1フレーム内の情報を利用して第2フレームを高密度フレームに再構成することが可能となる。あるフレーム上に存在していた構造物は他のフレーム上においても存在する可能性が高いから、前者のフレームを構成していたデータを後者のフレームの優良化に生かすものである。特に2つのフレームが時間的に隣接している場合には前フレームのデータを現フレームの内容に組み込むことにより現フレームの内容を高解像度化することが可能となる。詳しくは、まず、フレーム間処理を利用して第1フレーム内の個々の画素について第2フレーム上の移動先（あるいは対応位置）が演算される。これにより第2フレーム上に仮想的に又は実際にマッピングされた追加的画素群を定義又は観念することが可能となる。換言すれば、追加的画素群によって第2フレームの実効的画素密度を高められる。第2フレームを構成していた原始的画素群に対して追加的画素群を単に加えることにより高密度フレームを再構成するようにしてもよいし、原始的画素群と追加的画素群とを用いて新しく補間画素群を演算した上で原始的画素群と補間画素群とから高密度フレームを構成するようにしてもよい。前者の場合、原始的画素群（つまり第2フレーム）と追加的画素群は一体化されてもよいが、データ処理の都合からそれらが別々に管理されてもよい。例えば、第2フレームのスキャンコンパートに際して、第2フレームに加えて、第1フレームを構成する複数の画素が有する画素値及び移動先が併せて考慮されてもよい。

【0012】

第1フレームと第2フレームは互いに時間的に又は空間的に異なる関係にあり、望ましくは、それらのフレームは時間的に又は空間的に近接した関係にある。特に望ましくは、第1フレームと第2フレームは同じビーム走査面に対応し（空間的に一致し）、それらの取得時間のみが相互に異なるものである。上記構成によれば、線形補間により見かけ上の画素数を単に増やすのではなく、あたかも実画素を増やしたような状況を作出できるから、あるいは、補間処理に先だって補間処理で参照する画素の個数又は密度を増やした状況を作出できるから、解像度の高い画像を構成でき、つまり画像のぼけといった問題を解消又は軽減することが可能となる。

【0013】

超音波画像処理装置は、生体に対してリアルタイムで超音波診断を実行する超音波診断装置であり、あるいは、そのような超音波診断装置において取得されたデータを処理する情報処理装置である。各フレームを構成する画素はフレーム要素であってそれはエコー強度、ドプラ情報等を有するものである。送受波座標系から表示座標系への変換に先立って上記処理が実行されるのが望ましい。

【0014】

望ましくは、前記第1フレームよりも前記第2フレームの方が時間的に後のフレームである。通常、第1フレームと第2フレームは時間的に隣接した関係にある。但し、1又は

10

20

30

40

50

複数のフレームを間において隣接した関係にあってもよい。

【0015】

望ましくは、前記フレーム間処理部は前記第1フレームと前記第2フレームとの間でパターンマッチング処理を実行することにより前記注目画素の移動先を演算する。通常、二次元パターンマッチング処理が実行されるが、他のパターンマッチング処理としては一次元パターンマッチング処理及び三次元パターンマッチング処理があげられる。

【0016】

望ましくは、前記フレーム間処理部は、前記第1フレーム中の注目画素ごとのパターンマッチング処理結果として相関値分布を生成する相関値分布生成部と、前記第1フレーム中の注目要素ごとの相関値分布に基づいて前記移動先として前記第2フレーム上の対応アドレスを演算する対応アドレス演算部と、を含む。相関値分布を利用すれば、その分布の形状等から真の最良値を推定することが可能となり、その真の最良値をとる位置を対応アドレスとして定めることが可能となる。望ましくは、前記対応アドレスは、前記第2フレームにおける原始的な画素間隔の整数倍に相当する整数部と、前記原始的な要素間隔よりも小さい小数値と、を含む小数値付き対応アドレスである。

10

【0017】

望ましくは、前記再構成部は、前記第2フレームを構成していた原始的画素群と、前記注目画素ごとの画素値及び前記小数値付き対応アドレスによって定義される追加的画素群と、に基づく補間処理により、前記高密度フレームを再構成する。原始的画素群は、実画素により構成されるものであり、追加的画素群も実画素により構成されるものである。後者の各画素を最適位置に個別的にマッピングすることによって実効分解能を向上することができる。

20

【0018】

望ましくは、前記再構成部は、前記第2フレームを構成していたライン列における隣接ライン間に1又は複数の補間ラインを挿入し、前記各補間ラインは複数の補間画素からなる。この構成によれば、データ配列におけるピッチ（特にビーム走査方向のピッチ）を揃えて後の演算において負担を軽減できる。なお、第2フレームに対する補間処理とスキャンコンバートとを同時に実行することも可能である。すなわち、第2フレームを構成する画素群と、第1フレームを構成する複数の画素が有する画素値及び対応アドレスとから、一度の演算で表示フレームを構成することが可能である。但し、その場合にはスキャンコンバート時の演算が複雑となるので、いったん高密度フレームを生成した上で、それに対してスキャンコンバート処理を適用するのが望ましい。

30

【0019】

望ましくは、前記注目画素は前記第1フレームにおける部分的な領域内において選定され、前記高密度化フレームは部分的に高密度化されたフレームである。この構成によれば、分解能が低下している部分や高解像度で観察したい部分に対して高密度化処理を施して演算時間を短縮できあるいは演算負荷を軽減できる。

【0020】

望ましくは、前記フレーム間処理部は、前記超音波の送受波により構成された前記第2フレームと第3フレームとの間における処理により、前記第3フレーム中の注目画素ごとに前記第2フレーム上の移動先を演算し、前記再構成部は、前記第1フレーム中の注目画素ごとに及び前記第3フレーム中の注目画素ごとに演算される移動先を用いて前記第2フレームを前記高密度フレームに再構成する。この構成によれば、前後のフレームから実画素を中間フレームに仮想的に又は実際にマッピングして中間フレームを優良化することができる。

40

【0021】

望ましくは、前記第1フレーム、前記第2フレーム及び前記高密度フレームはそれぞれ送受波座標系に従うフレームであり、前記高密度フレームから表示座標系に従う表示フレームを生成する変換部が設けられる。望ましくは、前記第1フレーム及び前記第2フレームは放射状に広がる超音波ビーム列により構成され、前記高密度フレームは少なくとも当

50

該フレームの深い部分に加えられた複数の補間ラインを有する。

【0022】

望ましくは、前記第1フレーム及び前記第2フレームはそれぞれリアルタイムで取得されたフレーム又はシネメモリから読み出されたフレームである。シネメモリは通常、多数のフレームを時系列順で格納する大容量メモリであり、それは望ましくはリングバッファや構造を有する。高密度化処理をリアルタイムデータに適用すればリアルタイム表示されている超音波画像の画質を向上できる。シネメモリから読み出された記憶済みデータに適用すれば再生画像の画質を向上できる。

【0023】

望ましくは、前記フレーム間処理部への前記第1フレーム及び前記第2フレームの入力前に前記第1フレーム及び前記第2フレームを高密度化する前処理を実行する手段を含む。望ましくは、前記高密度フレーム又はそれに基づく表示フレームを更に高密度化する後処理を実行する手段を含む。

【0024】

本発明に係る超音波画像処理装置は、超音波の送受波により構成された送受波座標系に従う第1フレームと第2フレームとの間において処理を行う手段であって、前記第1フレーム中の注目画素ごとに前記第2フレーム上の移動先を演算するフレーム間処理部と、前記注目画素ごとの画素値及び移動先を参照しつつ、前記第2フレームから表示座標系に従う表示フレームを生成する変換部と、を含むものである。

【0025】

本発明に係る超音波画像処理プログラムは、超音波の送受波により構成された第1フレームと第2フレームとの間において処理を行うモジュールであって、前記第1フレーム中の注目画素ごとに前記第2フレーム上の移動先を演算するモジュールと、前記注目画素ごとに演算される移動先を用いて、前記第2フレームを高密度フレームに再構成するモジュールと、を含むものである。超音波画像処理プログラムは、超音波診断装置上において実行され、あるいは、コンピュータ等の情報処理装置において実行される。各モジュールは画像処理プログラムを構成する機能単位に相当する。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、超音波画像を高密度化して画質を向上できる。あるいは、扇状又は放射状に超音波ビームアレイが形成される走査方式が実施される場合において、超音波画像における特に深い部分の画質を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】高密度化機能を備える超音波画像処理装置（超音波診断装置）の基本構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示したフレーム間処理型高密度化部の作用を説明するための概念図である。

【図3】フレーム間における組織の動きを示す概念図である。

【図4】フレーム間におけるパターンマッチング処理を構成する一連の工程を示すフローチャートである。

【図5】フレーム間におけるパターンマッチング処理を示す概念図である。

【図6】相関値分布の例を示す図である。

【図7】サブピクセル処理の第1例を示す図である。

【図8】サブピクセル処理の第2例を示す図である。

【図9】二次元マッピングアドレス（移動先）を示す概念図である。

【図10】フレーム間における仮想的なマッピング処理結果を示す概念図である。

【図11】ライン補間処理によって生成される補間画素アドレスを示す概念図である。

【図12】補間処理後の高密度化されたフレームを示す概念図である。

【図13】放射状に広がるビームデータ列に対するビーム補間処理を示す概念図である。

10

20

30

40

50

【図 1 4】部分的なビーム補間処理を示す概念図である。

【図 1 5】図 1 に示した高密度化部の第 1 実施例を示すブロック図である。

【図 1 6】図 1 に示した高密度化部の第 2 実施例を示すブロック図である。

【図 1 7】図 1 に示した高密度化部の第 3 実施例を示すブロック図である。

【図 1 8】図 1 に示した基本構成の第 1 変形例を示すブロック図である。

【図 1 9】図 1 に示した基本構成の第 2 変形例を示すブロック図である。

【図 2 0】他の高密度化機能を備える超音波画像処理装置（超音波診断装置）の基本構成を示すブロック図である。

【図 2 1】ビームデータアレイを示す図である。

【図 2 2】図 2 0 に示したフレーム内処理型高密度化部の作用を説明するための概念図である。 10

【図 2 3】フレーム内におけるパターンマッチング処理を構成する一連の工程を示すフローチャートである。

【図 2 4】フレーム内におけるパターンマッチング処理を示す概念図である。

【図 2 5】一次元マッピングアドレス（移動先）を示す概念図である。

【図 2 6】ライン間における仮想的なマッピング処理結果を示す概念図である。

【図 2 7】補間処理後の高密度化された画素列（ライン）を示す概念図である。

【図 2 8】図 2 0 に示した高密度化部の構成例を示すブロック図である。

【図 2 9】高密度化による境界強調を説明するための概念図である。

【図 3 0】2 種類の高密度化処理についての組み合わせ例を示すブロック図である。 20

【図 3 1】2 種類の高密度化処理についての他の組み合わせ例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【0029】

（1）フレーム間パターンマッチング処理を利用した高密度化

【0030】

図 1 には、超音波画像処理装置としての超音波診断装置がブロック図として示されている。この超音波診断装置は、医療の分野において用いられ、生体に対する超音波の送受波により得られた受信信号に基づいて超音波画像を形成する装置である。超音波画像としては、二次元断層画像、二次元血流画像、三次元画像等が知られている。 30

【0031】

プローブ 10 は、図 1 に示す構成例において、1 D アレイ振動子を有している。1 D アレイ振動子は、直線状あるいは円弧状に配列された複数の振動素子により構成される。1 D アレイ振動子により超音波ビーム B が形成され、その超音波ビーム B は電子的に走査される。本実施形態においては、プローブ 10 がいわゆるコンベックス型プローブであり、超音波ビームがコンベックス走査される。もちろん、超音波ビームのセクタ走査が適用されてもよいし、他の電子走査方式が適用されてもよい。そのような電子走査方式としては、ラジアル走査、リニア走査等が知られている。後に詳述する高密度化処理は、特に、複数の超音波ビームが放射状に形成される場合において好適なものである。プローブ 10 は、図 1 に示す構成例において体表面上に当接して用いられている。もちろん、プローブ 10 が体腔内挿入型プローブであってもよい。 40

【0032】

送信部 12 は送信ビームフォーマーである。すなわち、送信部 12 は、送信時において、プローブ 10 に対して複数の送信信号を並列的に供給する。これにより、1 D アレイ振動子により送信ビームが形成される。すなわち超音波が生体内に放射される。受信時において、生体内からの反射波は 1 D アレイ振動子にて受波される。1 D アレイ振動子から複数の受信信号が受信部 14 へ並列的に出力される。受信部 14 は受信ビームフォーマーであり、複数の受信信号に対して整相加算処理を実行し、これによって超音波ビームに相当するビームデータを生成する。ビームデータとしての受信信号は信号処理部 16 へ出力され 50

る。信号処理部 16 は、検波部、対数変換部、等のモジュールを備えている。検波部は、RF 受信信号をベースバンド領域の受信信号に変換するモジュールである。

【0033】

フレーム間処理型高密度化部 18 は、後に説明するように、時間的に隣接するフレーム間においてパターンマッチング処理を実行することにより、各フレームを高密度化あるいは高解像化するユニットである。本実施形態においては検波後のフレーム（フレームデータ）に対して高密度化処理が適用されている。RF 信号に対して高密度化処理を適用することも可能である。1つのフレーム（フレームデータ）は、複数のビームデータにより構成され、各ビームデータは複数のデータ（フレーム要素）により構成される。本願明細書において、個々のフレーム要素を画素と称している。各画素はエコー輝度を表すデータであるが、それがドプラ情報を表すものであってもよい。高密度化部により構成された高密度フレームはデジタルスキャンコンバータ（DSC）へ出力される。

10

【0034】

DSC20 は、座標変換機能、画素補間機能、フレームレート調整機能、等を備えている。このDSC20によって、送受波座標系に従う受信フレームが表示座標系に従う表示フレームに変換される。本実施形態においては、高密度フレームに基づいて表示フレームが構成されているので、超音波画像の画質を著しく高めることが可能である。表示処理部22には、DSC20によって構成された画像データに対してグラフィックデータ等を合成する機能を有し、これにより構成された表示データが表示部24へ出力されている。制御部26はCPUおよび動作プログラムにより構成され、制御部26によって図1に示される各構成の動作が制御されている。入力部28は図1に示す構成例において操作パネルにより構成されている。図1に示す高密度化部18の機能がソフトウェアにより実現されてもよい。また図1には示されていないが、信号処理部16と高密度化部18との間にはシネメモリが設けられている。そのシネメモリは時系列順の複数のフレームを一時的に格納するメモリであり、それはリングバッファ構造を有している。高密度化部18は、リアルタイムで得られる各フレームに対して処理を行うほか、シネメモリから読み出されるフレームに対しても処理を実行している。ただし、シネメモリが高密度化部18とDSC20との間に設けられてもよいし、またDSC20の後段にシネメモリが設けられてもよい。超音波診断装置から出力されるデータを処理する超音波画像処理装置においては、図1に示される高密度化部18に相当するプログラムが実行される。

20

30

【0035】

図2には、図1に示した高密度化部18の作用が概念図として示されている。図2において、その上段に示されるフレーム列30は高密度化処理前のフレーム列であり、それは時系列順で並ぶ複数のフレームによって構成される。図2に示す例において、各フレームは同じ走査面位置で取得された二次元データアレイに相当するものである。但し、走査面を移動させながらフレーム列が取得されてもよい。高密度化部はフレーム間においてパターンマッチング処理を実行する（符号36参照）。すなわち、前フレーム34と現フレーム32との間において、前フレーム34上の注目画素（転写対象となる画素）ごとにパターンマッチング処理が実行される。これにより、前フレーム34上のデータごとに二次元移動ベクトルを求めることが可能となる（符号38参照）。二次元移動ベクトルは注目画素を示し、つまり、現フレーム30上における対応アドレスあるいはマッピングアドレスを示すものである。

40

【0036】

前フレーム34を構成する各画素ごとに現フレーム32への仮想的なあるいは実際のマッピングが実行されると、現フレーム32は高密度フレームとして再構成されることになる。具体的には、本実施形態において、現フレーム32を構成する画素群およびマッピング後の画素群を基礎としてライン補間処理が実行され、これにより高密度化フレームが構成されている（符号40参照）。図2における下段には高密度フレーム群42が示されている。それは複数の高密度フレーム44により構成されるものである。各高密度フレーム44は元々あった複数のビームラインに加えて複数の補間ラインを有しており、これによ

50

って高解像度化あるいは高密度化されている。各高密度フレーム44に対して上述したDSCにより表示フレームへの変換が実行される（符号46参照）。

【0037】

従来の線形補間処理では、2つのビームライン間に単純に補間ラインが生成されており、このような処理を行う場合には画像がぼけたり電子走査方向に画像が流れたりするという問題があったが、上記の処理によれば、前フレーム上の実画素を現フレームの一部の画素として参照することにより、品質の高いフレームを構成することが可能となる。特に、複数のビームラインが放射状に設定される場合においては、深い領域においてビーム間隔が増大してしまい、そこにおける画質低下が問題となっていたが、上記処理によれば、ライン間に実画素を多数埋め込むことが可能となるので、体内における深い部分に相当する画質を極めて向上することが可能となる。

10

【0038】

図3以降の各図を参照して高密度化処理の内容をさらに詳述する。

【0039】

図3にはフレーム間における組織の動きが示されている。(A1)には実空間上におけるフレームデータ列が示されている。ビームデータ列は複数のビームデータ48からなり、各ビームデータ48は複数のデータ(画素)により構成されている。rは深さ方向を示しており、θはビーム走査方向を示している。符号52は体内に存在する特定の組織を示している。(A2)には、データ空間内におけるビームデータ列が示されている。複数のビームデータ48がθ方向に整列している。白丸50は画素を示しており、黒丸58は組織内の画素を示している。すなわち符号56で示される黒丸58の集団が(A1)に示した組織52に対応している。

20

【0040】

(B1)には一つ後の時相において取得されたビームデータ列が示されている。符号54はその時相における組織を示しており、符号52Aは一つ前の時相における組織を示している。(B2)において、黒丸は現在の組織内に相当する画素を表しており、その集団が符号60によって表現されている。符号58で示される集団および符号60で示される集団の対比から明らかなように、フレーム間にわたって組織の動きは非常に微小であり、過去の画素を現在のフレーム上にマッピングすれば、現在のフレームの解像度を向上することが可能である。

30

【0041】

図4には、図1に示した高密度化部において実行されるパターンマッチング処理がフローチャートとして示されている。まずS10においては、前フレーム上に注目画素が設定され、S12においては前フレーム上にテンプレートが設定される。具体的には、図5の(A)に前フレームが示されており、そこにおける個々の画素が注目画素62とされ、それを中心として所定の領域としてテンプレート64が設定される。図4のS14では、現フレーム上に探索エリアが設定され、S16では探索エリア内に参照エリアが設定される。具体的には、図5の(B)に現フレームが示されており、そこにおいて符号62Aは注目画素62に対応する対応点である。そこを中心として探索エリア66が所定の大きさをもって設定される。探索エリア66内には参照エリア68が設定される。その参照エリア68はテンプレート64と同一形状かつ同一サイズを有するものである。参照エリア68の位置が順次シフトされつつ、各位置において以下に説明するパターンマッチング処理が実行される。

40

【0042】

すなわち、図4のS18においては、前フレーム上に設定されたテンプレートと現フレーム上に設定された参照エリアとの間においてパターンマッチング処理が実行される。パターンマッチング処理は具体的には相関値演算処理である。例えば、以下の(1)式または(2)式を用いて相関値が演算される。ここで(1)式は差分二乗和として相関値を求めるものであり、(2)式は差分絶対値和として相関値を求めるものである。

【0043】

50

【数 1】

$$R_{SSD} = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} (I(i,j) - T(i,j))^2 \quad \dots (1)$$

$$R_{SAD} = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} |I(i,j) - T(i,j)| \quad \dots (2)$$

10

【0044】

上記各式において、MおよびNはテンプレートの大きさを表している。すなわちテンプレートを構成するピクセル数を表している。T (i , j) はテンプレート内の各画素の画素値を表している。I (i , j) は参照エリア内の画素の画素値を表している。

【0045】

以上のようなパターンマッチング処理が探索エリア内における各エリア位置に参照エリアを設定しつつ実行され、図4のS20においてすべてのエリア位置に参照エリアが設定されたと判断された場合には、S22が実行される。すなわち、S22においてはパターンマッチング処理によって各エリア位置ごとに得られた相関値を表す二次元相関値分布に基づいて、注目画素についての小数値付きマッピングアドレス（移動先）が演算される。本実施形態においてはS22において後に説明するサブピクセル処理が実行されており、これによって画素を単位とするアドレスよりも小さな小数値アドレスまでが特定されている。

20

【0046】

これについて図6を用いて説明する。図6には二次元相関値分布が示されている。各セルの数字は相関値を表している。複数の相関値の中でQ1で示される数値（80）はもっとも小さな値であり、すなわちそれが見かけ上の最小相関値（すなわち最良相関値）である。しかしながら、図6に示される相関値分布から推察できるように、実際の最小相関値Q2は、Q1で示す位置であるとは限られず、むしろそこからずれている場合が多い。そこで、本実施形態においてはマッピング精度を高め、ひいては画質を向上するために、二次元相関値分布に対してサブピクセル処理を適用し、これによってマッピングアドレスとして、整数値アドレスと小数値アドレスの組み合わせを特定するようにしている。ここで整数値アドレスの基本単位はピクセルあるいはピクセル間のピッチに相当するものである。サブピクセル処理の内容については後に図7および図8を用いて説明する。

30

【0047】

図4において、S24では、現フレームを構成する全画素について上述した処理が実行されたか否かが判断され、全画素について終了していないと判断された場合には、S10からの各工程が繰り返し実行される。すなわち1つ隣の画素が注目画素であるとして更新され、当該新たな注目画素について上述したマッチング処理等が実行されることになる。ちなみに、図4に示す処理例では現フレームを構成する全ての画素が注目画素とされていたが、前フレーム中の部分的な領域内の画素だけを注目画素とすることも可能である。例えば、深い領域に存在する画素だけを注目画素とし、そのような深い領域に対してだけライン補間処理が適用されるようにしてもよい。

40

【0048】

図7には、サブピクセル処理の第1例が示されており、図8には、サブピクセル処理の第2例が示されている。いずれも、一次元のサブピクセル処理を示しているが、実際には二次元のサブピクセル処理が実行される。

【0049】

図7に示すサブピクセル処理は等角直線フィッティング法に基づくものである。符号136は最小値（最良値）を示しており、符号142は2番目に小さな値を示しており、符

50

号138は3番目に小さな値を示している。横軸は変位を表しており、その単位は1ピクセルである。縦軸は相関値を表している。この等角直線フィッティング法においては、まず最小値136と3番目の値138とを通過する直線140が定義される。次に、当該直線140の傾きを反転した直線であって、二番目の値142を通過する直線144が定義される。次に、二つの直線140、144の交点146が特定される。当該交点146が存在する位置としてサブピクセル推定値148が決定される。そのサブピクセル推定値148は通常の整数値アドレスの他、小数値アドレスを有するものである。

【0050】

図8に示すパラボラフィッティング法においては、まず、最小値136、2番目に小さな値142および3番目に小さな値138の3点を通過する二次元関数が定義される。次に、当該二次元関数において対称軸の位置151が特定される。その位置151がサブピクセル推定値152とされる。もちろん、これらのサブピクセル推定法はそれぞれ例示であって、他の方法によりサブピクセル推定値を求めるようにしてもよい。

【0051】

次に、図9乃至図12を用いて、パターンマッチング処理に続いて実行されるライン補間処理について説明する。

【0052】

図9には画素の対応関係が示されている。(A)には前フレームが示されており、(B)には現フレームが示されている。上述した各画素ごとの小数値付きマッピングアドレスの演算により、前フレームを構成する各画素についてそのマッピング位置が定められることになる。なお図9において、黒丸は組織内の画素を示しており、白丸はそれ以外の画素を示している。いずれもビームライン上の画素である。三角形はマッピング後の画素の位置(対応位置)を示している。より具体的に検討すると、前フレーム上の画素70は現フレーム上において対応位置72に対応し、その対応関係が符号74で示されている。同様に、前フレームにおける画素76は現フレームにおける対応位置78に対応しており、その対応関係が符号80で示されている。また前フレームにおける画素82は現フレームにおける対応位置84に対応しており、その対応関係が符号86で示されている。前フレーム上の画素を実際に現フレーム上にマッピングするようにしてもよいし、その対応関係をデータとして管理参照するようにしてもよい。いずれにしても、現フレームを構成する画素の個数を増大することによりライン補間演算精度を高めることが可能となる。

【0053】

図10には仮想的にマッピングを行った場合の結果が示されている。符号90はビームライン88上の現画素を示しており、符号92はマッピングにより追加された画素を示している。それらの画素群がライン補間処理で利用されることになる。すなわち、図11には、複数のビームデータ(ビームライン)に対して追加的に設定される複数の補間ライン94が示されており、各補間ラインは複数の補間点あるいは補間画素96を有している。上述した複数の実画素90および複数の追加画素92を基礎としてライン補間処理を実行することにより、図12に示すようなライン補間後のフレーム(高密度フレーム)を得ることが可能となる。ここにおいて符号90は実画素を示しており、それはビームライン88上に存在している。符号98は補間画素を示しておりそれは補間ライン94上に存在している。このように、実画素および補間画素の全部が整列した状態となっていれば、すなわち高密度フレームが規則的な構成を有していれば、次のスキャンコンバート処理を迅速かつ容易に行うことが可能となる。ただし、図10に示したマッピング後の複数の実素群をそのまま用いてスキャンコンバートを実行することももちろん可能である。また、現画素群に加えて前フレームを構成する画素群の画素値およびマッピングアドレスを利用してスキャンコンバート処理を実行することも可能である。

【0054】

図13にはライン補間処理の効果が示されている。(A)にはライン補間処理前の状態が示されており、(B)にはライン補間処理後の状態が示されている。符号100は表示マトリクスを示しており、そこに存在する各交点105は表示画素の位置を表している。

(A)に示すように補間処理前のビームデータ列106は、複数のビームデータ107により構成され、それは複数の実画素108からなるものである。深くなるほどライン間隔が広がっており、そこに対して単純な線形補間処理を行って複数の補間画素を埋め込むと、画質の著しい低下という問題が生じやすい。これに対し、(B)に示すように、高密度化フレームを構成するビームデータ列110によれば、複数のビームデータ(ビームライン)107に加えて複数の補間ライン106が加わっているため、具体的には、隣接ビームライン間に1つの補間ラインが挿入されているため、特に生体内の深い部分においてスキャンコンバートの基礎となる画素の密度を高めることができ、深い部分における画質を良好にすることが可能となる。すなわちビーム走査方向への像の流れやぼけといった問題に効果的に対処することが可能となる。

10

【0055】

図14には深さ方向における一部分に対してライン補間処理を適用した結果が示されている。すなわち、深さ方向における部分範囲114に対してライン補間処理が適用されている。符号111はビームラインを示しており符号112は補間ラインを示している。補間ラインは部分範囲114内においてのみ生成されており、これによって補間が必要な領域だけに対して効果的にデータが加えられている。逆にいえば情報の補間処理があまり必要でない部分についてはデータを間引くことが可能となっている。これにより効率的なスキャンコンバート処理を実行することが可能となる。

【0056】

図15には、図1に示した高密度化部の第1実施例が示されている。前フレームメモリ118には前フレーム(前フレームデータ)が格納される。現フレームメモリ120には現フレーム(現フレームデータ)が格納される。もちろん、隣接するフレーム間においてではなく1または複数のフレームを挟んだフレーム間においてマッチング処理が実行されるようにしてもよい。

20

【0057】

マッチング処理部122は上述したフレーム間におけるパターンマッチング処理を実行する。これにより前フレームを構成する画素ごとに二次元相関値分布が得られ、それが相関値分布メモリ124に格納される。各注目画素ごとの二次元相関値分布に対してサブピクセル処理がサブピクセル処理部126により実行される。これにより前フレームを構成する各画素ごとにそれが対応する現フレーム上のアドレス(小数値付きマッピングアドレス)が求められることになる。そのようなデータがメモリ128上に格納される。

30

【0058】

マッピング処理部130は、前フレームを構成する各画素ごとにメモリ128に格納された小数値付きアドレスを参照することにより、当該画素をマッピングするアドレスを特定し、メモリ132上における該当アドレスに当該画素の画素値を書き込む。すなわちマッピングデータメモリ132上には前フレームを構成する画素が新しい配列をもってマッピングされることになる。補間処理部134は、現フレームメモリ120に格納された現フレームとマッピングデータメモリ132に格納されたマッピングデータ群とに基づいて上述したライン補間処理を実行する。これにより高密度フレームが生成される。すなわち現フレームが高密度フレームに再構成されることになる。

40

【0059】

図16に示す高密度化部の第2実施例においては、前フレームを構成する各画素のマッピングは実際には行われておらず、各画素ごとに画素値および小数値付きアドレスが参照され、それに基づいて補間処理部154によってライン補間処理が実行されている。なお、図15に示した構成と同一の構成には同一符号を付しその説明を省略する。このことは後に示す各図において同様である。

【0060】

図17に示す高密度化部の第3実施例においては、第1フレームメモリ156、第2フレームメモリ158および第3フレームメモリ160が直列的に接続されている。第1フレームメモリ156内には前フレームが格納され、第2フレームメモリ158には中間フ

50

レーンが格納され、第3フレームメモリ160には後フレームが格納される。マッチング処理部162により前フレームと中間フレームとの間でのマッチング処理が実行され、これにより相関値分布メモリ164上に各注目画素ごとの二次元相関値分布が格納される。サブピクセル処理部166は各注目画素ごとにサブピクセル処理を実行し、これにより得られた各注目画素ごとの小数値付きアドレスがメモリ168に格納される。

【0061】

これと同様に、マッチング処理部170は、後フレームと中間フレームとの間において各注目画素ごとにマッチング処理を実行し、それにより得られる各注目画素ごとの二次元相関値分布がメモリ172に格納される。サブピクセル処理部174は各注目画素ごとにサブピクセル処理を実行し、それにより生成される各注目画素ごとの小数値付きアドレスがメモリ176に格納される。補間処理部178は、前フレームのマッピング結果および後フレームのマッピング結果を用いて、中間フレームに対してライン補間処理を実行する。これによりより高密度化されたフレームを再構成することが可能となる。

10

【0062】

図18には、超音波診断装置の第1変形例が示されている。図18に示す第1変形例において、DSC20Aは高密度化部18Aを有している。すなわち、高密度化処理とスキャンコンバート処理とが同時に実行されている。具体的には、前フレームを構成する画素ごとにパターンマッチング処理およびサブピクセル処理が実行され、その実行結果に対して独立したライン補間処理が行われることなく、その実行結果に基づいてスキャンコンバート処理が実行されている。このような構成によれば、ライン補間処理を省略することが可能である。ただし、スキャンコンバート処理においては複雑なアドレス演算が求められることになる。

20

【0063】

図19には超音波診断装置の第2変形例が示されている。図19においては、DSC20Bの後段に高密度化部18Bが設けられている。すなわち、この高密度化部18Bは、表示フレームに対して高密度化のための処理を実行するものである。すなわちフレーム間において上述したようなパターンマッチング処理およびサブピクセル処理が実行され、その結果に基づいてライン補間処理が適用される。その上で、必要に応じて高密度化部18B内においてあるいは表示処理部22内において表示フレームの画素密度へ適合させる処理が実行される。例えば高解像度のフレームの記録が求められるような場合には図19に示す構成を採用するようにしてもよい。

30

【0064】

(2) フレーム内パターンマッチング処理を利用した高密度化

【0065】

図20には、超音波診断装置についての他の基本構成がブロック図として示されている。図1に示した構成と同様の構成には同一符号を付しその説明を省略する。

【0066】

図20に示す構成例においては、信号処理部16の後段にフレーム内処理型高密度化部180が設けられている。図1に示した構成例においてはフレーム間処理型高密度化部が設けられていたが、図20に示す構成例ではフレーム間ではなくフレーム内において高密度化を行うユニットが設けられている。その作用を図21および図22を用いて説明する。

40

【0067】

図21には実空間内におけるビームデータ列182が示されている。ビームデータ列182は複数のビームデータ184により構成され、各ビームデータ184は複数のデータすなわち画素186により構成される。符号188は生体内に存在する組織を表している。図示されるように、ビームデータ列182において深い領域ではビーム間隔が広がっており、実画素の密度が低下している。

【0068】

図22には、フレーム内高密度化処理の内容が示されている。符号202はビームデータ列すなわちビームライン列を示しており、複数のビームデータ184がθ方向に整列し

50

ている。白丸は画素を示しており、黒丸は組織内の画素 2 1 2 を示している。ちなみに符号 2 1 0 は組織内の画素 2 1 2 の集団を表している。本実施形態においては、処理対象となる画素列の前後にそれぞれ画素列が定義される。具体的には、第 1 画素列 2 0 4、第 2 画素列 2 0 6 および第 3 画素列 2 0 8 が定義される。ここで第 2 画素列 2 0 6 が対象画素列であり、第 1 画素列 2 0 4 が前画素列であり、第 3 画素列 2 0 8 が後画素列である。各深さの画素列が対象画素列として順番に選択される。パターンマッチング処理 2 1 4 においては、第 1 画素列 2 0 4 における注目画素について二つの画素列 2 0 4、2 0 6 間において一次元のパターンマッチング処理が実行される。同じく、パターンマッチング処理 2 1 6 においては、第 3 画素列 2 0 8 におけるいずれかの画素が注目画素とされ、画素列 2 0 8、2 0 6 間において一次元のパターンマッチング処理が実行される。これにより、第 1 画素列 2 0 4 を構成する各画素について第 2 画素列 2 0 6 上における移動先が特定されることになり、同じく、第 3 画素列 2 0 8 を構成する各画素について第 2 画素列 2 0 6 上における移動先が特定されることになる。第 2 画素列 2 0 6 を構成する複数の実画素、および、仮想的にあるいは実際にマッピングされる複数の画素に基づいて補間処理 2 1 8 が実行され、これによって高密度画素列 2 2 0 が構成される。高密度画素列 2 2 0 は、第 2 画素列 2 0 6 を構成していた複数の実画素 2 2 2 と、それに対して加えられた複数の補間画素 2 2 4、2 2 6 とからなるものである。ここで補間画素 2 2 4 は組織内の画素であり、補間画素 2 2 6 は組織外の画素である。複数の補間画素 2 2 4、2 2 6 は隣接する二つの現画素 2 2 2 の間に設定されており、ビーム走査方向にわたって画素の配列は等間隔である。このような処理が各深さの画素列ごとに実行されるならば、フレーム全体を高密度化することが可能となり、すなわち高密度化された再構成フレーム 2 2 6 を構築することが可能となる。これに対しては符号 2 2 8 に示されるようにスキャンコンバート処理によって画像化が図られることになる。

【0069】

図 2 2 においては、各画素列 2 0 4、2 0 6、2 0 8 が深さ方向に 1 画素の厚みを有していたが、複数画素に相当する厚みを有していてもよい。ただし、パターンマッチング処理 2 1 4、2 1 6 においてはビーム走査方向についての一次元パターンマッチング処理が実行されるのが望ましい。以下に、図 2 3 以降の各図を参照しながらフレーム内高密度化処理の詳細について説明する。

【0070】

図 2 3 には、図 2 2 に示したパターンマッチング処理 2 1 4、2 1 6 の具体的な内容がフローチャートとして示されている。S 3 0 では、前ライン上に注目画素が設定され、S 3 2 では前ライン上に 1 D テンプレートが設定される。さらに、S 3 4 においては現ライン上に 1 D 探索エリアが設定され、S 3 6 では 1 D 探索エリア内に 1 D 参照エリアが設定される。それらについて図 2 4 を用いて説明する。図 2 4 において、ビームデータ列 2 0 2 上にはそれぞれビームに直交（交差）する方向に伸長した複数の画素列 2 0 4、2 0 6、2 0 8 が定義されており、それぞれの画素列は同一深さに存在する複数の画素により構成されている。すなわち、個々の画素列 2 0 4、2 0 6、2 0 8 はビーム走査方向に並んだ複数の画素からなるものである。図 2 4 においては、特に第 1 画素列 2 0 4 と第 2 画素列 2 0 6 との間におけるパターンマッチング処理が示されている。第 1 画素列 2 0 4 は前ラインに相当し、そこにおける各画素が注目画素 2 3 0 として定められる。注目画素 2 3 0 を中心としてビーム走査方向に広がりをもってテンプレート 2 3 2 が設定される。このテンプレート 2 3 2 は 1 D テンプレートである。一方、第 2 画素列 2 0 6 においては、注目画素 2 3 0 に対応する点 2 3 3 を中心として探索エリア 2 3 4 が設定される。その探索エリア 2 3 4 内に参照エリア 2 3 6 が設定される。参照エリア 2 3 6 はテンプレート 2 3 2 と同様のサイズをもった一次元の画素列である。参照エリア 2 3 6 の位置をシフトさせながらテンプレート 2 3 2 と参照エリア 2 3 6 との間で一次元のパターンマッチング処理が実行される。

【0071】

図 2 3 において S 4 0 では、探索エリア内における全ての参照エリア位置においてパタ

ーンマッチング処理が実行されたか否かが判断され、全てが終了していない場合には、S 36からの各工程が繰り返し実行される。S 40において全てのエリア位置においてパターンマッチング処理が終了したと判断された場合、S 42においてサブピクセル処理が実行される。すなわち、一次元相関値分布に基づいて注目画素ごとに小数值付きマッピングアドレスが演算される。これについて図 25を用いて説明する。第1画素列204における画素238は第2画素列206上における対応位置240に対応付けられる。すなわち、そこに仮想的にマッピングされあるいは実際にマッピングされることになる。対応関係が符号242で示されている。同じく、第3画素列208における画素246についても、画素列206上における対応位置248が定められる。その対応関係が符号250で示されている。このような前後の画素列からのマッピングにより、第2画素列206において、複数の実画素244の他に複数のマッピングされた追加画素が存在することになる。

10

【0072】

図 23において、S 44では、前ライン上における各画素について上述した処理が完了したか否かが判断され、完了していなければS 30以降の各工程が繰り返し実行される。図 23においては前ラインと現ラインとの間における処理が示されていたが、上述した説明から理解されるように、後ラインと現ラインとの間においても同様の処理が実行される。

【0073】

図 26においては、ビームライン252と補間ライン256との関係が示されている。ビームライン（ビームデータ）252は複数の画素254を有している。一方、補間ライン256は複数の補間点（補間画素）258を有している。現在注目している画素列206においては、上述したように複数の実画素の他、マッピングされた複数の画素が存在している。図 27に示されるように、補間処理が適用されて、注目している画素列上において、各補間ライン上に補間画素262が生成される。これにより高密度化された画素列を構成することが可能となる。各深さの画素列ごとに、上述した補間処理が適用されるならば、フレーム全体として高密度化されたデータアレイ202Aを得ることが可能となる。よって、それを基礎としてスキャンコンバート処理を実行すれば、高密度、高品質の表示フレームを構成することが可能となる。

20

【0074】

図 28には、図 20に示したフレーム内処理型高密度化部180の構成例が示されている。フレームメモリ266には処理前のフレーム（フレームデータ）が格納される。フレームメモリ292には処理後のフレーム（フレームデータ）が格納される。第1ラインメモリ268、第2ラインメモリ270および第3ラインメモリ272が直列的に接続されている。第1ラインメモリ268には前ラインを構成する画素列が格納され、第2ラインメモリ270には現ラインを構成する画素列が格納され、第3ラインメモリ272には後ラインを構成する画素列が格納される。そして隣接するライン間において一次元マッチング処理およびサブピクセル処理が実行される。具体的には、1Dマッチング処理部274、282において二つのライン間において注目画素ごとのマッチング処理が実行され、その結果としての各画素ごとの一次元相関値分布がメモリ276、284に格納される。サブピクセル処理部278、286は一次元相関値分布に基づいて各注目画素ごとにサブピクセル処理を実行し、これにより各注目画素ごとに小数值付きアドレスを求め、それをメモリ280、288に格納する。

30

40

【0075】

補間処理部290は、対象となる画素列すなわち現ラインを構成する複数の実画素と、前後のラインからマッピングされた複数のマッピング画素とに基づいて補間処理を実行し、その結果として高密度化された画素列を再構成する。それがフレームメモリ292に格納される。各深さの画素列ごとに上述した再構成処理が適用されるならば、フレームメモリ292上には高密度化されたフレームが構成されることになる。

【0076】

50

図 29 には上述した補間処理による効果が示されている。具体的には輪郭強調効果が示されている。符号 294 はビームラインを示しており、符号 296 は補間ラインを示しており、符号 298 は水平ラインすなわち各深さごとのラインを示している。符号 300 は第 1 時相での輪郭線を示しており、符号 302 は第 2 時相での輪郭線を示しており、符号 304 は第 3 時相での輪郭線を示している。すなわち組織の運動に伴い輪郭線が徐々に右斜め下の方向に運動している。白丸は現画素を表しており、黒丸は補間画素を表している。符号 310 で示す矢印は画素のマッピングを表している。本実施形態に示した処理によれば、輪郭線 302 上に現れているように、輪郭線を構成する画素数を増大することができるので、輪郭線を高密度化して強調できるという利点が得られる。

【0077】

10

(3) 複合方式及びその他の方式

【0078】

図 30 には、フレーム内処理とフレーム間処理の組み合わせ例が示されている。図 30 においては、第 1 フレーム内処理型高密度化部 312, 314 が並列的に設けられ、2 つのフレームに対してフレーム内処理が適用されている。その上で、2 つの高密度化されたフレームに基づいてフレーム間処理型高密度化部 316 においてフレーム間処理が適用される。その結果として極めて高密度化されたフレームが構成され、そのフレームが DSC 318 へ出力される。

【0079】

図 31 に示される他の組み合わせ例においては、フレーム間処理型高密度化部 320 の後段に DSC 322 が設けられ、さらにその後段にフレーム内処理型高密度化部 324 が設けられている。このようにフレーム内処理とフレーム間処理との多様な組み合わせを考えることが可能である。動作モードや測定条件に応じて高密度化の処理内容を切り替えるようにしてもよい。

20

【0080】

上述した実施形態において、フレーム間処理は、時間的に近接するフレーム間においては組織の動きが非常に小さく、前フレームの画素を後フレームにマッピングすることにより、後フレームを高密度化できるという考え方に立脚するものである。また上述したフレーム内処理は、深さ方向において組織の連続性から特定の深さの画素列とその手前あるいは奥側の画素列との間に一定の類似関係が認められることを前提とし、画素値の密度を上げるにより画像品質を高めるというものである。上述した各処理はボリュームデータに対して適用されてもよい。上述したフレーム内処理においては画素列方向の全画素について注目画素としての処理が適用されていたが、例えば中央部の一定の部分内に属する画素についてだけ注目画素としての処理を適用するようにしてもよい。

30

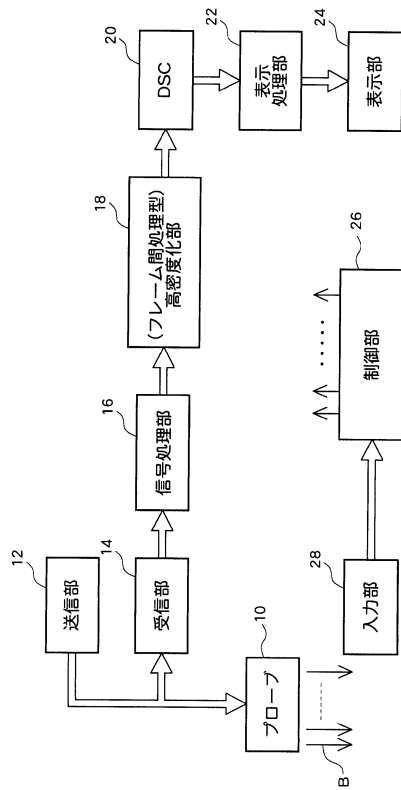
【符号の説明】

【0081】

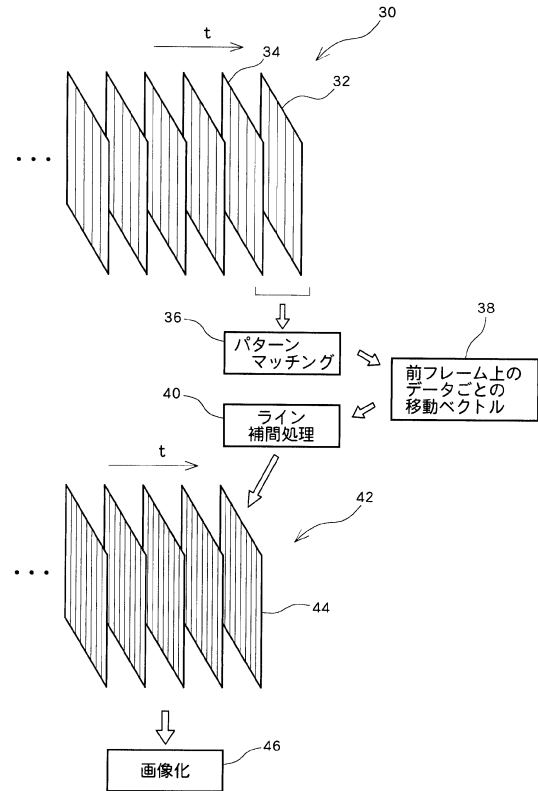
18 フレーム間処理型高密度化部、118 前フレームメモリ、120 現フレームメモリ、122 マッチング処理部、124 相関値分布メモリ、126 サブピクセル処理部、128 小数値付きアドレスメモリ、130 マッピング処理部、134 補間処理部、180 フレーム内処理型高密度化部、268 第 1 ラインメモリ、270 第 2 ラインメモリ、272 第 3 ラインメモリ、274, 282 1D マッチング処理部、276, 284 相関値分布メモリ、278, 286 サブピクセル処理部、280, 288 小数値付きアドレスメモリ、290 補間処理部。

40

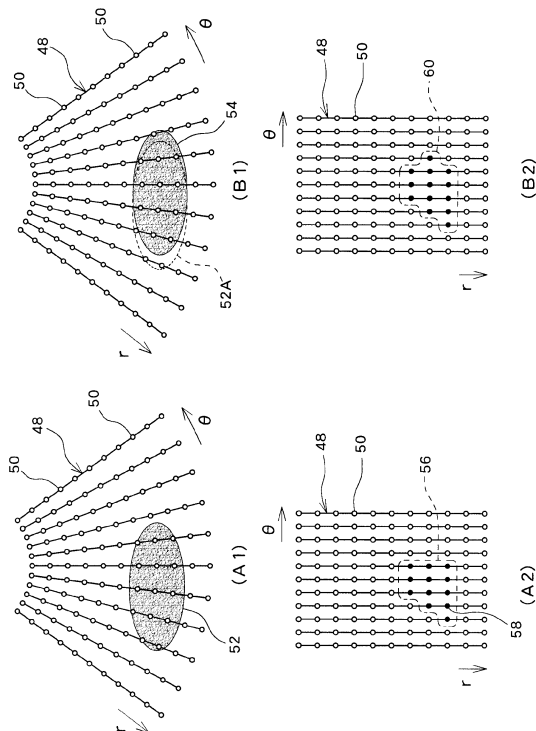
【図 1】



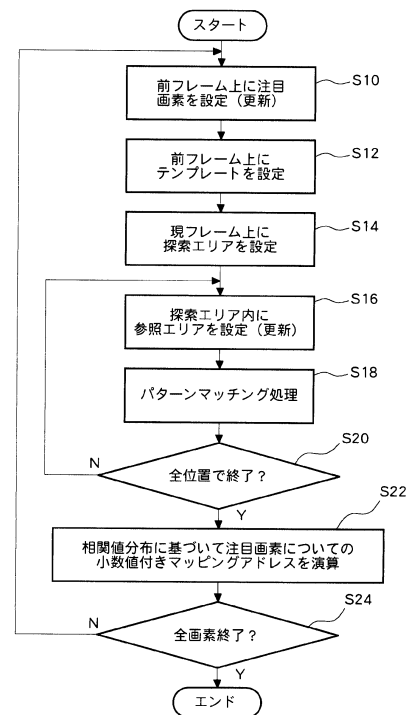
【図 2】



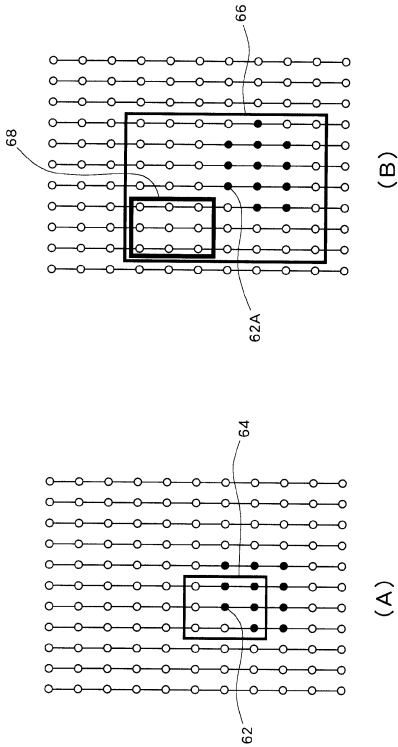
【図 3】



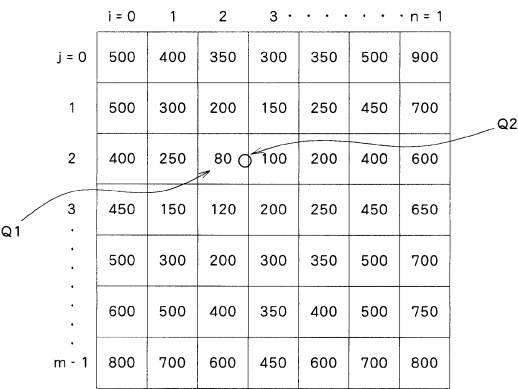
【図 4】



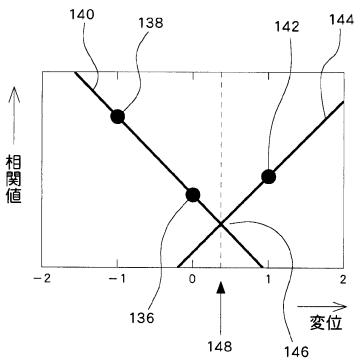
【図 5】



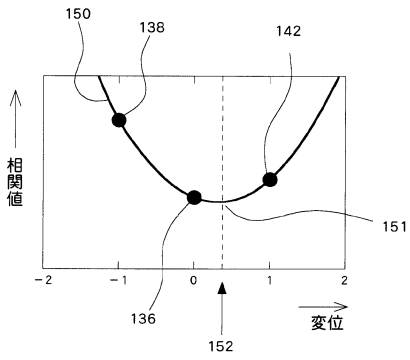
【図 6】



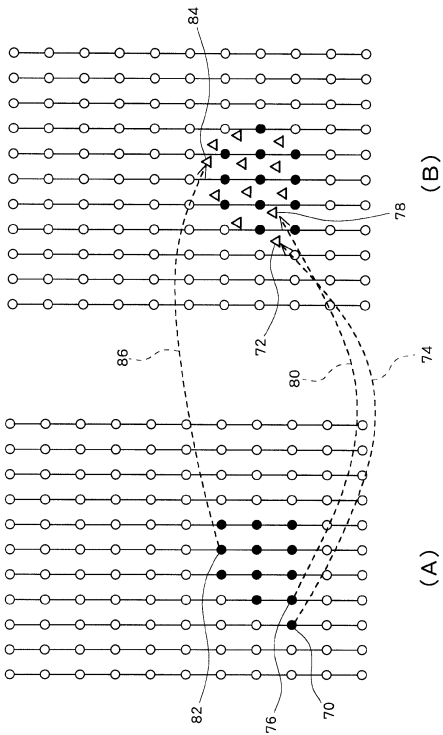
【図 7】



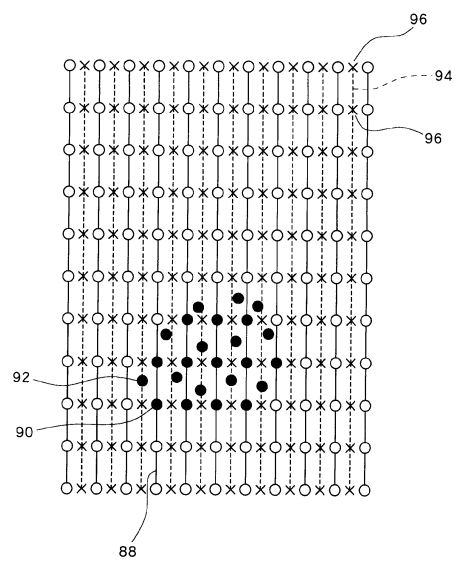
【図 8】



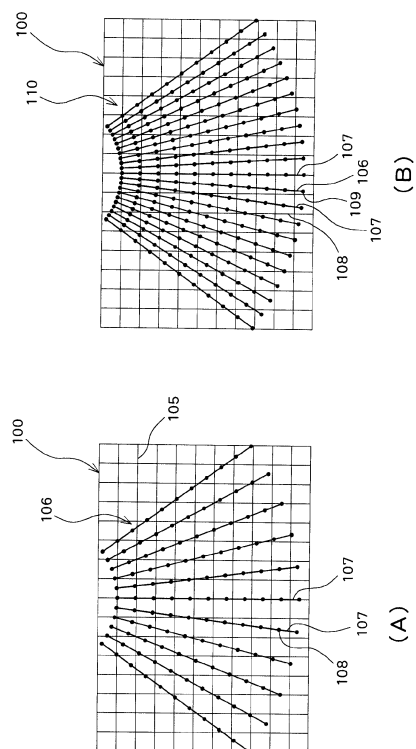
【図 9】



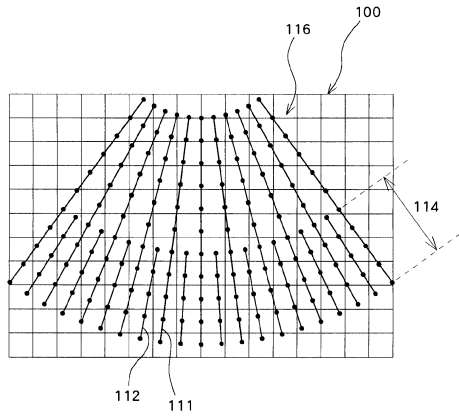
【図 1 1】



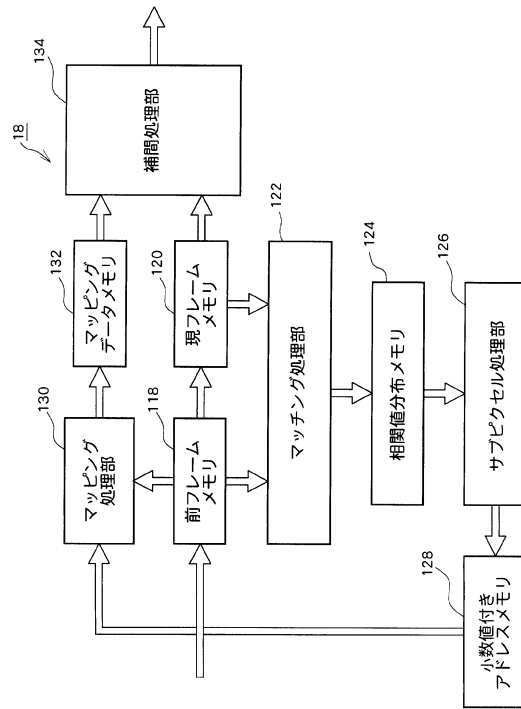
【图 1 3】



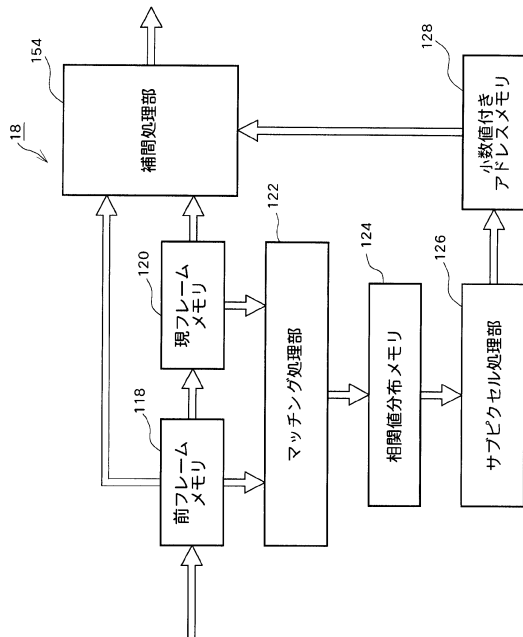
【図 14】



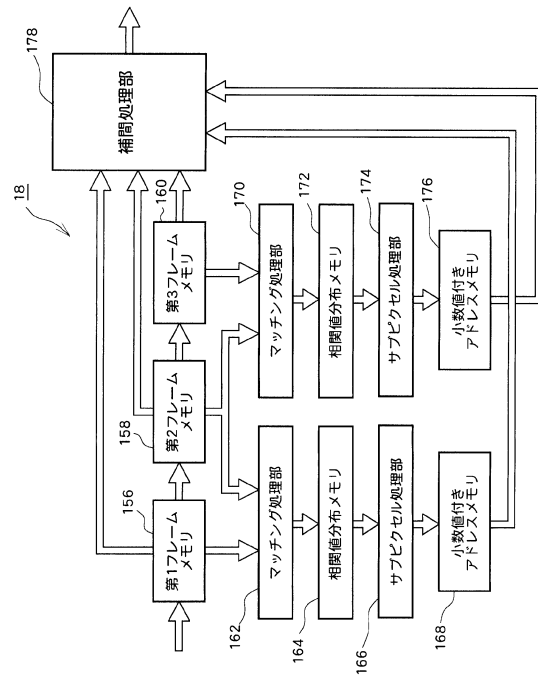
【図 15】



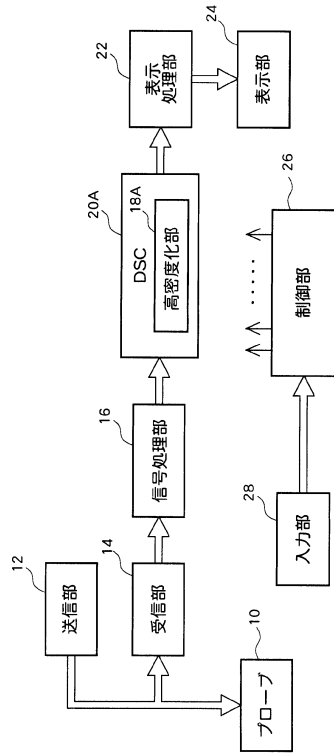
【図 16】



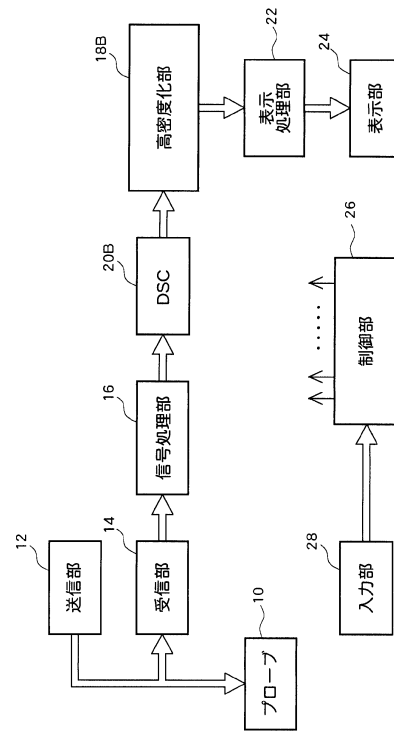
【図 17】



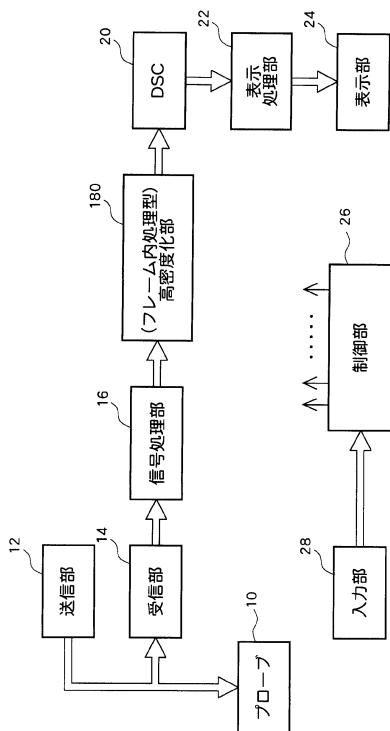
【図 18】



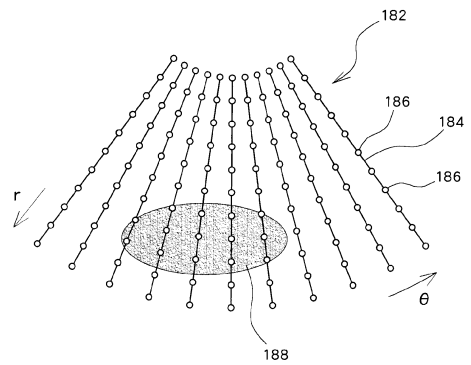
【図 19】



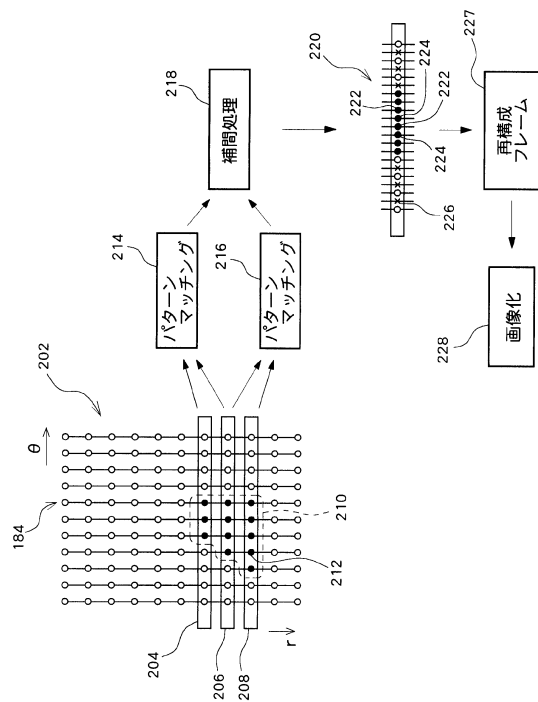
【図 20】



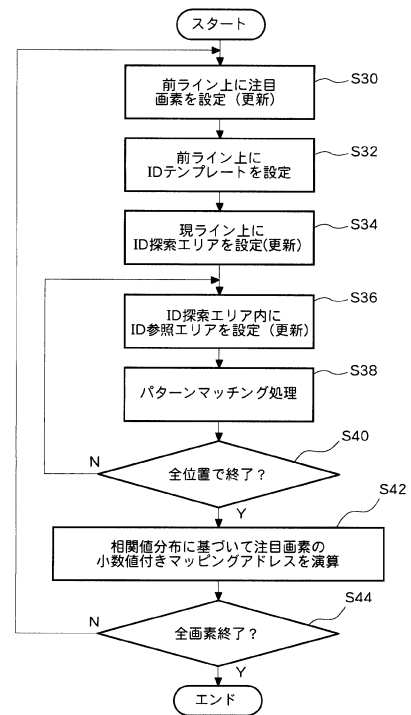
【図 21】



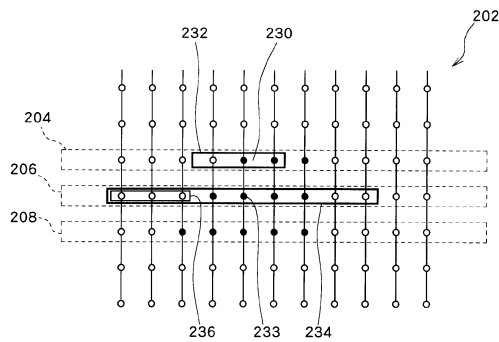
【図 2 2】



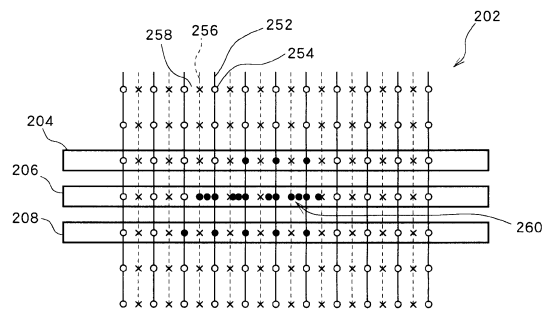
【図 2 3】



【図 2 4】

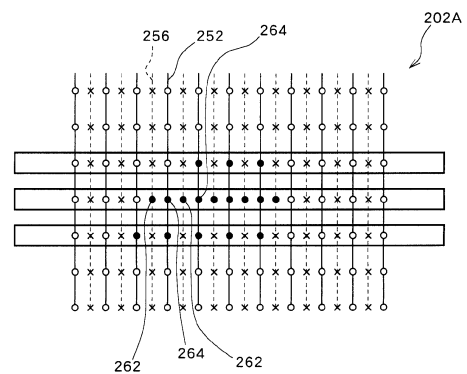
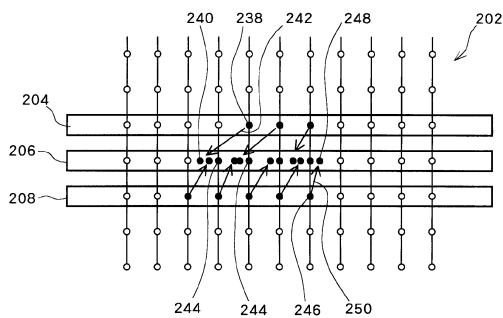


【図 2 6】

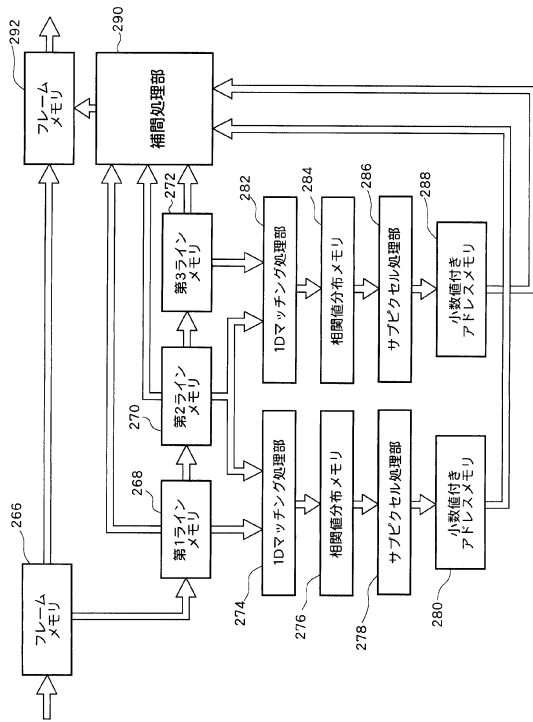


【図 2 7】

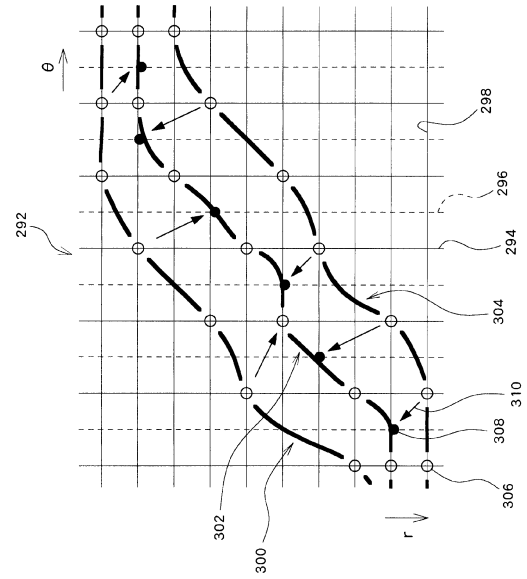
【図 2 5】



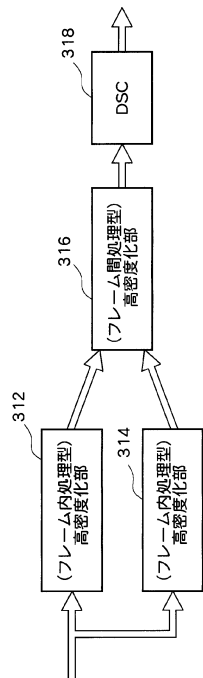
【図 28】



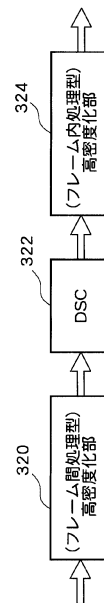
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-181674 (JP, A)
特開2003-299651 (JP, A)
国際公開第2004/107981 (WO, A1)
米国特許出願公開第2007/0083114 (US, A1)
Mo, L.Y.L. et al., Compact Ultrasound Scanner with Built-in Raw Data Acquisition Capabilities, 2007 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 2007年10月28日, 2259 - 2262
HongMei Zhang, et al., Super-Resolution Reconstruction of Deformable Tissue from Temporal Sequence of Ultrasound Images, 2010 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence (AICI), 2010年10月24日, Volume:1, 337-342

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

专利名称(译)	超声波图像处理装置		
公开(公告)号	JP5600285B2	公开(公告)日	2014-10-01
申请号	JP2010255541	申请日	2010-11-16
[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)	日立アロカメディカル株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
[标]发明人	村下 賢		
发明人	村下 賢		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G06T3/4069 G06T2207/10132		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/BB22 4C601/BB23 4C601/BB24 4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB04 4C601/JC02 4C601/JC16 4C601/JC23 4C601/KK12 4C601/KK18 4C601/LL03 4C601/LL38		
其他公开文献	JP2012105750A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过增强其密度来改善超声图像的图像质量。解决方案：对于先前帧34上的每个感兴趣像素，在前一帧34和当前帧32（参见附图标记36）之间应用模式匹配过程，以针对每个感兴趣像素计算到映射地址。当前帧32作为移动目的地或二维运动矢量（参见标号38）。映射地址包括整数值和小数值。基于构成当前帧32的原始像素组和由像素值和每个感兴趣像素的映射地址定义的附加像素组，生成包括来自帧32的多个内插线的高密度帧（参见附图标记40）。在生成映射地址时，执行子像素处理。