

(19)日本国特許庁（ J P ）

(12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2001 - 224592

(P2001 - 224592A)

(43)公開日 平成13年8月21日(2001.8.21)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

A 6 1 B 8/06

A 6 1 B 8/06

4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14数)

(21)出願番号 特願2000 - 36119(P2000 - 36119)

(22)出願日 平成12年2月15日(2000.2.15)

(71)出願人 390029791

アロカ株式会社

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号

(72)発明者 村下 賢

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株式会社内

(72)発明者 松下 典義

東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株式会社内

(74)代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外 2 名)

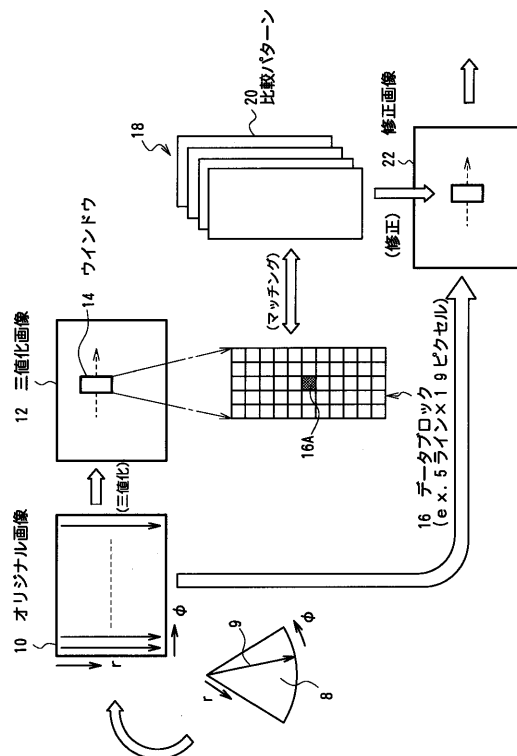
F タ-ム (参考) 4C301 DD02 EE07 JC06 JC20

(54)【発明の名称】 超音波診断装置

(57)【要約】

【課題】 超音波ドブラ画像に含まれる不自然な画像部分を適応的に修正し、これによって自然な画像を構成する。

【解決手段】 オリジナル画像10に対して三値化処理が施され、これによって三値化画像12が作成される。各ウインドウ位置においてウインドウ14内のデータ分がデータブロック16として切り出され、各データブロック16のデータパターンが複数の比較パターン20と比較される。データブロック16のデータパターンと一致する比較パターン20がある場合、その比較パターンに対応する修正条件に従って画像データに対する修正処理が施される。比較パターンには凹角部分及び凸角部分などの特有の画像部分を判定するパターンが含まれる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波画像上において、複数の音線に跨ってウインドウを設定し、ウインドウ内のデータ群を参照するウインドウ設定手段と、前記ウインドウ内のデータ群の実パターンと比較される複数の比較パターンを格納した比較パターンテーブルと、前記複数の比較パターンの中から、前記ウインドウ内のデータ群の実パターンに合致する特定の比較パターンを判定するパターン判定手段と、前記複数の比較パターンに対応した複数の修正条件を格納した修正条件テーブルと、前記複数の修正条件の中から、前記特定の比較パターンに対応する特定の修正条件を判定し、その特定の修正条件に従って、前記ウインドウ内のデータ群に対して修正処理を施す適応的処理手段と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の装置において、前記超音波画像はドブラデータによって構成されるドブラ画像であることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の装置において、前記ウインドウ内に境界が存在する場合に、その境界の一方側及び他方側におけるドブラデータに基づいて、折り返しの有無を判定する折り返し判定手段を含み、前記折り返しの有無を考慮して前記修正処理が施されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の装置において、前記複数の比較パターンの中には、角部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記角部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、角部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の装置において、前記複数の比較パターンの中には、凸型角部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記凸型角部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、凸型角部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 6】 請求項 1 記載の装置において、前記複数の比較パターンの中には、凹型角部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記凹型角部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、凹型角部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】 請求項 4～6 のいずれかに記載の装置において、前記角部分の先鋭さを緩和する修正条件には、角部分の

頂点からの距離及び方位に応じて重み付けを行う条件が含まれることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】 請求項 1 記載の装置において、前記複数の比較パターンの中には、ひげ部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記ひげ部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、ひげ部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれることを特徴とする超音波診断装置。

10 【請求項 9】 請求項 7 記載の装置において、前記ひげ部分の先鋭さを緩和する修正条件には、ひげ部分の頂点からの距離に応じて重み付けを行う条件が含まれることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 10】 ドブラ画像上において、ウインドウ位置をスキャンさせながら複数の音線に跨ってウインドウを設定し、各ウインドウ位置において当該ウインドウ内のデータ群を参照するウインドウ設定手段と、前記超音波画像を構成する各ドブラデータを正、負及びゼロのいずれかのカテゴリーに分類する分類手段と、前記ウインドウ内のデータ群についての実カテゴリーパターンに合致する比較カテゴリーパターンを判定する比較手段と、前記比較カテゴリーパターンに対応した修正条件に従って、当該ウインドウ内のデータ群に対して修正処理を施す適応的処理手段と、を含むことを特徴とする超音波診断装置。

20 【請求項 11】 請求項 10 記載の装置において、前記比較カテゴリーパターンには、ドブラ画像として不自然な先鋭さをもった角部分及びひげ部分の少なくとも一方を判定するためのパターンが含まれ、前記修正条件には、前記角部分及びひげ部分の少なくとも一方の先鋭さを緩和する修正条件が含まれることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 12】 請求項 11 記載の装置において、前記先鋭さを緩和する修正条件は、前記ウインドウ内のデータ群に対する重み付けによるグラデーション処理を施す条件であることを特徴とする超音波診断装置。

40 【請求項 13】 請求項 10 記載の装置において、前記ウインドウ内に境界が含まれる場合に、その境界の一方側及び他方側のドブラデータを相互に比較して折り返しの有無を判定する折り返し判定手段を含み、前記折り返しが無い場合に、前記ウインドウ内のデータ群に対して前記重み付けによるグラデーション処理が施されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 14】 請求項 13 記載の装置において、前記折り返し判定手段は、前記一方側及び他方側のドブラデータの間の差を演算する手段と、前記ドブラデータの差を所定値と比較する手段と、前記比較の結果に基づいて折り返しの有無を判定する手

段と、
を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超音波診断装置に関し、特に、ドブラ画像を表示する超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】カラードブラ画像（二次元ドブラ画像）の形成時には、計測精度を向上させるために、各音線（ビーム方位）ごとに超音波パルスを複数回（例えば10回）程度送受信する必要がある。従って、フレームレートとの関係から、どうしてもカラードブラ画像を構成する音線の個数を増加させることができない。つまり、二次元断層画像（Bモード画像）よりも音線間隔が大きくなる。そこで、音線間における補間処理によって、データを補充している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、補間処理を行ったとしても、もともとの音線数が少ないため、解像度をあげることが難しく、このため、つながりのない不自然な画像部分が生じ易い。例えば、カラードブラ画像を観察した場合に、モザイク状あるいはブロック状の部分が生じる場合があるが、それは上記の通り音線不足が要因となっている。特に、電子セクタ走査が適用される場合、その扇状の走査面の深部では音線間隔の広がり著しいので、どうしてもドブラ画像がモザイク状になりやすい。一方、それを回避するために音線数を増加させたりあるいは1音線当たりの送信回数を減少させると、フレームレートの低下あるいは画質の低下という別の問題が生じる。この問題は、カラードブラ画像において顕著であるが、他の画像でも大なり小なり同様の問題が発生する。

【0004】本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、超音波画像の画質を向上させることにある。

【0005】本発明の他の目的は、超音波画像における不自然な部分を適応的に修正し、これによって自然な超音波画像を形成することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】（1）上記目的を達成するために、本発明は、超音波画像上において、複数の音線に跨ってウインドウを設定し、ウインドウ内のデータ群を参照するウインドウ設定手段と、前記ウインドウ内のデータ群の実パターンと比較される複数の比較パターンを格納した比較パターンテーブルと、前記複数の比較パターンの中から、前記ウインドウ内のデータ群の実パターンに合致する特定の比較パターンを判定するパターン判定手段と、前記複数の比較パターンに対応した複数の修正条件を格納した修正条件テーブルと、前記複数の

修正条件の中から、前記特定の比較パターンに対応する特定の修正条件を判定し、その特定の修正条件に従って、前記ウインドウ内のデータ群に対して修正処理を施す適応的処理手段と、を含むことを特徴とする。

【0007】上記構成によれば、超音波画像上にウインドウが設定され、そのウインドウによって切り出されたデータ群についての実パターンと複数の比較パターンとが比較され、実パターンに合致する特定の比較パターンに対応した特定の修正条件に従って、ウインドウ内のデータ群に対する修正処理が適応的に実行される。よって、超音波画像の特質を考慮して、修正対象とすべきパターンを修正パターンとして登録しておき、かつ、その修正パターンに応じた修正条件を定義しておけば、自動的かつ適応的に画像修正を行える。

【0008】上記のウインドウは、注目画素を基準として一定の広がりをもった領域である。あるウインドウ位置においては、注目画素だけデータの修正を行ってもよいが、注目画像を含むウインドウ内の複数の画素についてデータの修正を行うようにしてもよい。望ましくは、ウインドウ位置が超音波画像上においてスキャンされ、各ウインドウ位置において、実パターンと比較パターンとの照合が行われる。

【0009】複数の比較パターンセット（及び複数の修正条件セット）を用意しておき、計測条件（超音波の周波数、計測領域の大きさ、患者の性状など）に応じて、自動的に又は手動でいずれかの比較パターンセット（及び修正条件セット）を選択して使用できるようにするのが望ましい。

【0010】比較パターンと修正条件からなるペアは一緒に又は別々に管理することができる。別々に管理する場合、識別子などを利用して、互いの対応関係が明らかになるようにしておくのが望ましい。比較パターンを定義するファイル中に、それに対応する修正条件を直接記述しておくこともできる。

【0011】上記の処理手段は、ロジック回路としてのハードウェアあるいはソフトウェアによって構成することができるが、リアルタイム処理を考えた場合、前者が妥当である。

【0012】（2）望ましくは、前記超音波画像はドブラデータによって構成されるドブラ画像である。ドブラ画像は上述の理由からモザイク状の画像になりがちであるので、本発明に係る処理の効果が顕著である。

【0013】望ましくは、前記ウインドウ内に境界が存在する場合に、その境界の一方側及び他方側におけるドブラデータに基づいて、折り返しの有無を判定する折り返し判定手段を含み、前記折り返しの有無を考慮して前記修正処理が施される。

【0014】この構成によれば、ドブラ画像特有の折り返し現象に着目し、その折り返し現象に応じた処理が行える。例えば、折り返しが生じない限りにおいて修正処

理を行うこともできる。あるいは、折り返しを顕著に表現し、又は、折り返しを目立たなくすることも可能である。正確な診断のためには、折り返しを明示した方が望ましい場合が多い。

【0015】望ましくは、前記複数の比較パターンの中には、角部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記角部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、角部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれる。

【0016】特にドブラ画像の場合にはモザイク状の部分が生じやすく、かかる部分に違和感が生じやすい。角部分の判定を行って、その角部分を丸く処理すれば、モザイクを緩和して、自然なドブラ画像に近付けることができる。なお、比較パターンとしては、上記以外に、ひげ判定用の比較パターン、黒抜け判定用の比較パターンなど各種のものを用意しておくのが望ましい。

【0017】望ましくは、前記複数の比較パターンの中には、凸型角部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記凸型角部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、凸型角部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれる。望ましくは、前記複数の比較パターンの中には、凹型角部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記凹型角部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、凹型角部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれる。

【0018】凸角部分及び凹角部分を判定するための比較パターンは、例えば、四角形の四隅に対応して、それぞれ4種類ずつ用意しておくのが望ましい。

【0019】望ましくは、前記角部分の先鋭さを緩和する修正条件には、角部分の頂点からの距離及び方位に応じて重み付けを行う条件が含まれる。この場合、ウィンドウの形状に応じて、及び、超音波画像を構成する音線構造に応じて、重み付け条件を設定するのが望ましい。例えば、深さ方法（ r 方向）の長さが比較的長く、ビームスキャン方向（ ϕ 方向）の長さが比較的短いような長方形のウィンドウを設定する場合、深さ方向について、重み付けの効果がより大きく現れるように設定することもできる。

【0020】望ましくは、前記複数の比較パターンの中には、ひげ部分判定用の比較パターンが含まれ、前記複数の修正条件の中には、前記ひげ部分判定用の比較パターンに対応する修正条件であって、ひげ部分の先鋭さを緩和する修正条件が含まれる。

【0021】望ましくは、前記ひげ部分の先鋭さを緩和する修正条件には、ひげ部分の頂点からの距離に応じて重み付けを行う条件が含まれる。

【0022】（3）また、上記目的を達成するために、本発明は、ドブラ画像上において、ウィンドウ位置をスキャンさせながら複数の音線に跨ってウィンドウを設定

し、各ウィンドウ位置において当該ウィンドウ内のデータ群を参照するウィンドウ設定手段と、前記ドブラ画像を構成する各ドブラデータを正、負及びゼロのいずれかのカテゴリーに分類する分類手段と、前記ウィンドウ内のデータ群についての実カテゴリーパターンに合致する比較カテゴリーパターンを判定する比較手段と、前記比較カテゴリーパターンに対応した修正条件に従って、当該ウィンドウ内のデータ群に対して修正処理を施す適切な処理手段と、を含むことを特徴とする。

【0023】上記構成によれば、各データの категорияが判定され、ウィンドウ内のデータ群についての実カテゴリーパターンと複数の比較カテゴリーパターンとが比較され、実カテゴリーパターンに合致する特定の比較カテゴリーパターンに対応した修正条件に従って、前記データ群に対する修正処理がなされる。よって、データ分類を行った上でパターン比較を行えるので、そのための処理負担が軽減され、処理速度を向上できる。データの категорияを判定する場合、一般に、正側閾値及び負側閾値の2つの閾値（あるいは符号を考慮しつつ1つの兼用閾値）が利用される。

【0024】望ましくは、前記比較カテゴリーパターンには、ドブラ画像として不自然な先鋭さをもった角部分及びひげ部分の少なくとも一方を判定するためのパターンが含まれ、前記修正条件には、前記角部分及びひげ部分の少なくとも一方の先鋭さを緩和する修正条件が含まれる。望ましくは、前記先鋭さを緩和する修正条件は、前記ウィンドウ内のデータ群に対する重み付けによるグラデーション処理を施す条件である。このグラデーション処理によって、自然なドブラ画像を構成できる。

【0025】望ましくは、前記ウィンドウ内に境界が含まれる場合に、その境界の一方側及び他方側のドブラデータを相互に比較して折り返しの有無を判定する折り返し判定手段を含み、前記折り返しが無い場合に、前記ウィンドウ内のデータ群に対して前記重み付けによるグラデーション処理が施される。

【0026】望ましくは、前記折り返し判定手段は、前記一方側及び他方側のドブラデータの間の差を演算する手段と、前記ドブラデータの差を所定値と比較する手段と、前記比較の結果に基づいて折り返しの有無を判定する手段と、を含む。

【0027】ドブラデータの比較は複素データ形式において行うのが望ましく、かかる構成によれば、2つのデータ間の偏角（位相差）を所定数で分割することによって、上記重み付けの目安を得られる。

【0028】

【発明の実施の形態】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】図1には、本発明に係る超音波診断装置において実行される画像処理の概念が示されている。

【0030】走査面8は、例えば超音波ビーム9を電子

セクタ走査することによって形成される。ここにおいて、符号 r は、深さ方向を示しており、符号 φ はスキャン方向を表している。図 1 にはこのような扇状の走査面 8 が示されているが、本発明はもちろん電子リニア走査などの各種の走査方式に適用可能である。

【0031】上記のような超音波ビーム 9 の走査によって、走査面 8 において複数のデータが取得され、それらのデータによってオリジナル画像 10 が構成される。図 1 においてはそのオリジナル画像 10 が便宜上矩形の領域として表されている。このオリジナル画像 10 は例えばドブラ画像である。

【0032】このオリジナル画像 10 に対して、三値化処理が実行され、すなわちオリジナル画像 10 を構成する各データ（ドブラデータ）が正、負又は 0 のいずれかの値に規格化される。すなわち、ドブラデータが有する速度情報の符号に応じて三値化画像 12 が作成される。

【0033】この三値化画像 12 に対して、所定の大きさを持ったウィンドウ 14 が設定され、そのウィンドウ 14 内のデータ群が切り出される。これが図 1 においてデータブロック 16 として表されている。ちなみに、このウィンドウ 14 は、三値化画像 12 に対してスキャンされ、各スキャン位置においてウィンドウ 14 内のデータ群が抽出される。

【0034】ちなみに、データブロック 16 は、注目画素 16A を中心とする一定の領域であり、本実施形態においては、5 ライン（音線） $\times$ 19 ピクセルの大きさをもったブロックである。

【0035】このデータブロック 16 が有するデータパターン、具体的には、正、負又は 0 の値をもった各データにより構成されるパターンが複数の比較パターン 20 と比較される。ここで、複数の比較パターン 20 は比較パターンセット 18 を構成している。

【0036】各比較パターン 20 は、超音波画像として不自然なデータパターンを特定するためのものであり、例えばモザイク状の画像部分やひげを有する画像部分などを特定するためのパターンである。

【0037】データブロック 16 が有する実パターンに対して複数の比較パターン 20 の中の特定の比較パターンが合致した場合、当該比較パターンに対応する修正条件が特定され、その修正条件にしたがってオリジナル画像 10 におけるウィンドウ 14 内のデータ群に対する修正処理が施される。すなわち、例えばモザイク状の画像部分が存在している場合、そのようなモザイク状の画像部分に対して超音波画像として自然な画像となるように修正処理が施される。

【0038】したがって、上記のような画像処理によれば、あらかじめ画像処理を行うべき画像パターンを比較パターン 20 として登録しており、さらに各比較パターンに対応して適当な修正条件を定義しておけば、オリジナル画像 10 の全体にわたって不自然な画像部分を特定

し、そのような不自然な画像部分に対してのみ必要な修正処理を自動的に施すことが可能となる。

【0039】特に、上記の画像処理によれば、オリジナル画像 10 の全域にわたって常に修正が行われるのではなく、オリジナル画像 10 内における特定の部分のみについて修正処理を適応的に施すことができるので、画像全体の画質の劣化を生じさせることなく、局所的に画質向上を図れるという利点がある。

【0040】したがって、特に超音波ドブラ画像に対して上記の画像処理を適用すれば、音線数が少ない場合においても結果として良好な画質を得ることが可能となる。

【0041】図 2 には、本実施形態に係る超音波診断装置の全体構成が概略図として示されている。

【0042】プローブ 30 は、超音波パルスの送受波を行うものであり、このプローブ 30 は例えば体表面上に当接して用いられ、あるいは体腔内に挿入して用いられる。

【0043】送受信部 32 は、プローブ 30 に対して送信信号を供給すると共に、プローブ 30 からの受信信号に対して整相加算などの所定の処理を実行する回路である。また、この送受信部 32 によって送信ビーム及び受信ビームが形成される。

【0044】ドブラ処理部 34 は、直交検波器や自己相関器などによって構成されるものであり、従来の超音波診断装置と同様に受信信号を複素信号に変換し、その複素信号に対する自己相関演算を実行することによって、各ドブラデータについて速度情報（ドブラデータ）を演算する回路である。図 1 においては、そのような処理後の画像がオリジナル画像 10 として示されている。画像処理部 36 は、例えばデジタルスキャンコンバータ（DSC）などによって構成されるものであり、音線間の補間やフレーム間相関処理、あるいは送受波座標系から表示座標系へのデータ座標の変換などの各種の処理を実行する回路である。本実施形態においては、画像処理部 36 がパターン修正部 38 を有している。

【0045】このパターン修正部 38 は、図 1 に概念的に示した画像処理を実行する回路であり、その具体的な構成例については後に図 3 を用いて詳述する。このパターン修正部 38 によってドブラ画像の各部分に対する適応的な画像処理が実行され、その結果としてドブラ画像内に含まれる不自然な画像部分が修正される。

【0046】表示部 40 には、その修正後のドブラ画像が表示される。ここで、そのドブラ画像は例えば二次元カラードブラ画像であり、正側の速度成分が例えば赤色で表現され、負側の速度成分が例えば青色で表現されるものである。その輝度値は各速度の大きさに対応している。

【0047】もちろん、表示部 40 において B モード画像上に重ねて二次元ドブラ画像を表示するようにしても

よい。

【0048】図3には、図2に示したパターン修正部38の具体的な構成例が示されている。

【0049】オリジナル画像データは、ウインドウ処理部42を介して三値化部46に入力されている。ここで、ウインドウ処理部42は、本実施形態においては例えば4つのラインメモリ44によって構成され、各ラインメモリ44は相互に直列接続され、それぞれ1ライン分のドブラデータが格納される。

【0050】三値化部46には図1に示したデータブロック16における5ライン分のデータが並列的に1データずつ入力される。三値化部46は本実施形態において5つの三値化回路48によって構成され、各三値化回路48は、逐次入力されるドブラデータに対して三値化処理を実行する。具体的には、各ドブラデータの符号及び絶対値に基づいて、各ドブラデータを正、負又は0のいずれかの値に変換する。すなわち規格化処理を行う。ここで、その三値化処理を行う場合には、各ドブラデータと所定の閾値との比較が行われており、ここで、その閾値は正側及び負側に2つ設定されるが、もちろんデータの符号を考慮して1つの閾値を兼用するようにしてもよい。

【0051】三値化部46から出力される三値化処理後の各データは、シフトレジスタ50を介して判定部52に入力されている。ここで、この判定部52は、三値化処理後のウインドウ内のデータパターンと、比較パターンテーブル53内に格納された複数の比較パターンとの照合を行う回路である。ここで、比較パターンテーブル53内にはあらかじめ画像処理を行うべきデータパターンが比較パターンとして複数登録されている。

【0052】判定部52は、ウインドウ内のデータパターンと一致する比較パターンが存在しなければ、その旨の信号を修正実行部54に出力する。この場合、修正実行部54は当該ウインドウについての画像修正は行わない。一方、判定部52は、ウインドウ内のデータパターンと合致する比較パターンを特定した場合、その比較パターンの識別子が修正実行部54に出力される。

【0053】修正実行部54には、オリジナル画像データが入力されており、判定部52の判定結果に応じてウインドウ内のデータに対して適応的に修正処理を実行する回路である。本実施形態においては、ウインドウの中心点をなす注目画素のデータのみが順番に修正実行部54に入力されているが、もちろん各ラインメモリ40からの出力を並列的に修正実行部54に与えるようにしてもよい。いずれにしても、修正実行部54には、判定部52の判定結果に応じて修正を行うべきデータすなわちデータブロックが一次的に格納され、そのようなデータ群に対して必要に応じてパターン修正が実行される。ちなみに、ウインドウ内のデータ群は例えば修正実行部54内に設けられたバッファ51上に格納される。もちろ

ん、比較パターンを適宜設定することにより、注目画素ごとに画素データの修正を行うようにしてもよい。

【0054】修正条件テーブル55内には、複数の比較パターンに対応した複数の修正条件が格納されており、修正実行部54は、判定部52が特定した比較パターンに対応する修正条件を参照し、その修正条件にしたがってウインドウ内のデータ群に対する修正処理を施す。その具体的な処理例については図4以降の各図に示されている。

【0055】本実施形態においては、図3に示すように、比較パターンテーブル53と修正条件テーブル55が別々に設けられていたが、それらを一体化するようにしてもよい。また、修正条件については関数や演算式の形で定義を行うこともできる。

【0056】本実施形態に係る修正実行部54は、折り返し判定部57を有している。この折り返し判定部57は、超音波ドブラ画像特有の現象である折り返し現象の有無を判定する回路である。そして、修正実行部54は折り返しの有無に応じて適切な画像修正を行う。例えば、後述のように折り返しが生じていない場合には、登録された修正条件に応じてそのままグラデーション処理が実行され、一方、折り返しが判定された場合には、その折り返しを目立たなくさせるのではなく、それをあえて際立たせる処理を実行する。これによって、超音波ドブラ画像を観察した場合に、折り返し現象をより容易に特定でき、その結果、疾病診断の精度を向上可能である。

【0057】なお、比較パターンテーブル53及び修正条件テーブル55に、複数の比較パターンセット及び修正条件セットを格納しておき、送受信条件や患者の特質などの計測条件に応じていずれか適切な比較パターンセット及び修正条件セットを選択し、それらを利用するようにしてもよい。そのようなセットの選択は人為的あるいは自動的に行うことができ、例えばそのような切替はメインコントローラからの制御信号60、62、64によって行われる。

【0058】以上のような修正実行部54による画像処理により、ドブラ画像上における不自然な画像部分が適応的に修正され、その結果、修正画像データが得られることになる。そのような修正画像データは、図2に示した表示部40に出力される。

【0059】なお、画像処理部36において、上記の画像修正処理は、座標変換の前あるいは後のいずれにおいても行うことが可能である。また、ライン間補間及びフレーム間相関の前後のいずれにおいても行うことが可能である。

【0060】図4には、図2に示したパターン修正部38の修正処理の一例が示されている。例えば、(A)に示すオリジナル画像において、ひげ状の不自然な高輝度部分が存在した場合において、例えば(B)に示すよう

に、ひげ先端にかけて重み付け処理を行うことによって、(C)に示すような表示イメージを得ることが可能となる。すなわち、ひげの先端までの距離あるいは先端からの距離に応じて適当な重み付けをすれば、ひげの先鋭さを丸めることが可能となる。なお、図4において各数字は画素値を表しており、ここにおいて画素値Iは0以上24以下の値をとり得る。なお、図4においてウィンドウ内におけるひげ状部分以外の画素値は例えば0を仮定している。

【0061】図5及び図6には、凹型角部分及び凸型角部分に対する画像修正処理の一例が概念的に示されている。

【0062】まず、図5(A)に示すように、オリジナル画像内に凹型の角部分が存在する場合、そのようなパターンが比較パターンとの比較によって特定される。ちなみに、図5において符号100は角部分を構成するデータ領域を表しており、ここでは例えば画素値として24が与えられている。この画素値24は基準値として修正条件の適用上利用される。符号102は背景となる画像部分を表しており、例えばこの背景となる画像部分の画素値は0である。

【0063】図5(A)に示すような画像部分が比較パターンとの比較により特定されると、(B)に示すように凹型の角部分によって囲まれる領域内に新しくデータが付加される。この場合、上述したようにそのデータの付加は比較パターンに対応した修正条件にしたがって行われる。そのような付加されたデータが符号104で示されている。

【0064】ここにおいて、凹型の角部分の頂点からの距離及びその方位に応じて画素値に対する重み付けが行われており、このような重み付けによって(C)に概念的に示すような自然な表示イメージを得ることが可能である。ここで、符号106は付加されたイメージ部分を表している。

【0065】したがって、図5に示すような処理を行えば、ドブラ画像上において不自然な凹型角部分についてその先鋭さを緩和して丸みをもたせることができるので、自然なドブラ画像を構築できるという利点がある。

【0066】なお、図5に示す例においては、その(B)に示すように、図において垂直方向すなわちライン方向に沿ってデータの補間領域が伸長されており、これは特にライン間補間を考慮したものである。

【0067】図6には、凸型角部分に対する画像修正処理の一例が示されている。(A)に示すオリジナル画像において符号110は凸型角部分を示しており、符号108は背景画像部分を示している。このような画像パターンに対しては、それが比較パターンとの比較によって特定され、その比較パターンに従う修正条件に応じて画像が修正される。これが(B)で示されている。すなわち、角部分の頂点からの距離及び方位に応じて画素値に

対する重み付けがなされる。ちなみに符号112は重み付けが行われる範囲を表している。

【0068】このような重み付け処理によって(C)に示すような表示イメージを得ることが可能となる。ここで符号114は角部分についての重み付け処理がされた後の領域を表している。

【0069】図5及び図6に示す画像処理は、ドブラ画像及びBモード画像のいずれにおいても適用可能であるが、ドブラ画像においては、特に各データが符号を有するため、その符号に応じた画像処理を行う必要がある。特に、ドブラ画像特有の折り返し現象に対処する必要がある。

【0070】上述したように、その折り返し現象は図3に示した折り返し判定部57によって判定されており、具体的には図7に示すような手法を用いて折り返しが判定されている。

【0071】図7において、(A)及び(B)にはそれぞれ複素信号としてのドブラデータを表すための複素平面が示されており、(A)には折り返しがある場合の様子が示され、(B)には折り返しがない場合の様子が示されている。なお、複素平面において、横軸は実数軸Rであり、縦軸は虚数軸Iである。周知のように自己相関結果としての複素信号(ドブラデータ)を複素平面上に表すと、図7に示すようなベクトルとして表されるのである。

【0072】(A)において、符号116は実質的な画像データ部分の輝度値としての基準値のベクトルを表しており、符号118はその画像部分の背景をなす輝度値のベクトルを表している。2つのベクトル116, 118の間の位相差 $\Delta\theta$ は π 以上であり、この場合においては折り返しありと判定される。つまり、画像部分と背景との間の境界を跨いでドブラデータの折り返しが生じた蓋然性が高い。そこで、その場合においては、 $2\pi - \Delta\theta$ の範囲について重み付け処理が適用される。すなわちその範囲内における画素値の推移をもって画像修正がなされることになる。当然この場合においては境界が際立つことになるが、それは折り返し現象をあえて強調するものであり、診断上有益なものである。ちなみに、図7(A)においては、基準値のベクトル116から背景の輝度値のベクトル118までを8等分した場合の分割概念が示されているが、分割されたベクトル位置はそれぞれ後述する重み付けに当たっての画素値の指標として利用される。これについては後に詳述する。

【0073】一方、図7(B)に示すように、基準値のベクトル122と背景のベクトル124との間の位相差 $\Delta\theta$ が π よりも小さければ、この場合には折り返しがないとして、当該2つのベクトル122, 124の間が例えば8分割され、各分割位置のベクトルを利用して重み付けが行われることになる。ちなみに、分割数は重み付けの段階に合わせて所望の値に設定することが可能であ

る。

【0074】次に、以上のような折り返し判定を前提としつつ図8～図33を用いて、ドブラ画像内に含まれる凹角部分及び凸角部分についての具体的な処理例について説明する。上述のようにドブラデータは三値化処理されており、すなわち正、負又は0に規格化されている。それが各図においてはそれぞれ赤、青及び黒として表現されている。また、Aは背景に対する画像部分を表しており、Bは、背景自体を表している。

【0075】図8には、凹角部分の処理についての総括概念が示されている。符号132は実画像部分Aを表しており、符号130は背景部分Bを表しており、図において丸印は補間処理によって埋められるデータを表している。

【0076】ここで、図9に示すように、Aが赤であり、一方、Bが黒である場合には、すなわち、背景の画像が0で、その背景の上に正の符号をもったデータが凹角部分を構成している場合には、図9に示すような重み付け条件の下、補間データが付加される。ここで、図9において、 i は重み値を表しており、重み値 i と図7に示したような条件に基づいて各補間データの画素値が決定される。図9に示す例では、赤の画像部分の外側、具体的には凹型をなす赤の画像部分の囲み領域について、赤の輝度値をもった画素値がいくつか付加されている。これによって当該凹型画像部分についての先鋭さが緩和され、丸みをもった凹型画像部分として修正されている。

【0077】この図9に示す処理の具体例が図10に示されている。ちなみに、画素値は+31～-32までの間をとるものとする。

【0078】図11には、図9に示した処理例と同様に、画像部分Aが青で背景Bが黒の場合の処理例が示されている。この場合においても上記同様に、凹型画像部分の内側にいくつかの補間データが付加される。その処理の具体例は図12に示されている。

【0079】次の、図13には、画像部分Aが赤でかつ、背景部分が青であって、しかも折り返しが存在していない場合の処理例が示されている。この場合においては、例えば図14に示すような具体的な処理が行われる。

【0080】また、図15には、実質的な画像部分Aが青で、背景となる画像部分Bが赤の場合が示されており、そのような処理を行った場合の具体的な例が図16に示されている。いずれにおいても、折り返し現象が生じていないため、青から赤への自然なグラデーション処理が施される。これによって違和感のないドブラ画像を構築できる。

【0081】一方、図17には、実質的な画像部分Aが赤で、背景となる画像部分が青であり、しかもそれらの境界において折り返しが生じている場合についての処理

例が示されている。この場合においては、図7(A)に示した処理方針にしたがって、各補間データに対して画素値が割付けられることになる。その具体的な例が図18に示されている。この場合においても凹型の角部分について丸み処理が施されているが、境界域において画像は際立っている。

【0082】これは図19に示す場合においても同様であり、その場合の処理例が図20に示されている。

【0083】次に、図21には、凸角型部分についての画像処理の総括概念が示されている。上述した各例と同様に、符号Aは実質的な画像部分を表しており、符号Bはその背景となる画像部分を表している。また丸記号は画像処理によって重み付け処理される画素を示している。

【0084】まず、図22に示すように、実質的な画像部分Aが赤で、その背景の画像部分Bが黒の場合、図示されるように対象となる画素値に対して所定の重み付けが行われ、その結果、例えば図23に示すような処理結果となる。これは図24に示す条件においても同様であり、その場合においては図25に示すような処理結果となる。

【0085】次に、図26には実質的な画像部分が赤で、その背景となる画像部分Bが青の場合が示されており、この場合においては、図示されるようにグラデーション処理が施される。具体的には、図27に示すような画像処理が施される。これにより自然な色の移り変わりを表現でき、これは図28に示す場合においても同様であり、その場合の処理の具体例が図29に示されている。

【0086】一方、図30には、実質的な画像部分Aが赤で、その背景となる画像部分Bが青であり、それらの境界間において折り返しが生じている場合の例が示されている。この場合においては、例えば図31に示すように、凸角部分についての先鋭さは緩和されるものの境界は際立つことになる。これによって折り返し自体を表現できる。これは図32に示すような場合においても同様であり、その場合の処理例が図33に示されている。

【0087】以上説明した凹角部分についての画像処理及び凸角部分についての画像処理はもちろん一例であって、これ以外にも各種の画像パターンに対して修正処理を施すのが望ましい。例えば、図4に示すようなひげ状の画像部分やいわゆるドブラ画像上に発生する黒抜けなどの画像部分に対して適切な修正処理を施すのが望ましい。

【0088】ちなみに、本実施形態においては、四角形の4つの角に対応させて、凹角部分の判定パターン及び凸角部分の判定パターンがそれぞれ4種類ずつ用意されている。

【0089】なお、上述した実施形態においてはドブラ画像処理について説明したが、もちろん他の画像につい

て上記同様の処理を適用するようにしてもよい。また、ドプラ画像及びBモード画像のそれぞれについて上記同様の処理を適用した後に両画像を合成すれば、より自然な合成画像を構成できるという利点がある。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、超音波画像に対して適応的かつ局所的な画像処理を施してその画質を向上することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態に係る画像処理例を示す概念図である。

【図2】 本実施形態に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

【図3】 図2に示すパターン修正部の具体的な構成例を示すブロック図である。

【図4】 本実施形態に係るひげ状の画像部分の処理例を示す概念図である。

【図5】 凹型角部分についての画像処理例を示す図である。

【図6】 凸型角部分に対する画像処理例を示す図である。

【図7】 折り返し判定を説明するための図である。

【図8】 凹型角部分に対する画像処理の前提条件を説明するための図である。

【図9】 画像処理条件を示す図である。

【図10】 図9に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図11】 画像処理条件を示す図である。

【図12】 図11に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図13】 画像処理条件を示す図である。

【図14】 図13に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図15】 画像処理条件を示す図である。

【図16】 図15に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図17】 画像処理条件を示す図である。

*

*【図18】 図17に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図19】 画像処理条件を示す図である。

【図20】 図19に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図21】 凸角部分に対する画像処理の前提条件を説明するための図である。

【図22】 画像処理条件を示す図である。

【図23】 図22に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図24】 画像処理条件を示す図である。

【図25】 図24に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図26】 画像処理条件を示す図である。

【図27】 図26に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図28】 画像処理条件を示す図である。

【図29】 図28に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

【図30】 画像処理条件を示す図である。

【図31】 図30に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

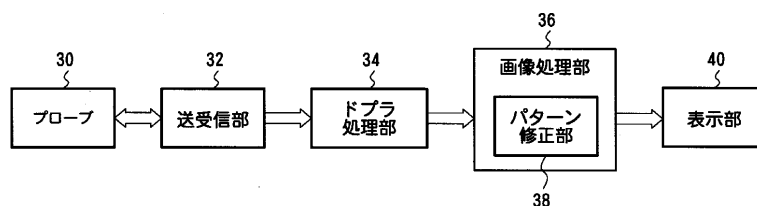
【図32】 画像処理条件を示す図である。

【図33】 図32に示す画像処理条件による処理例を示す図である。

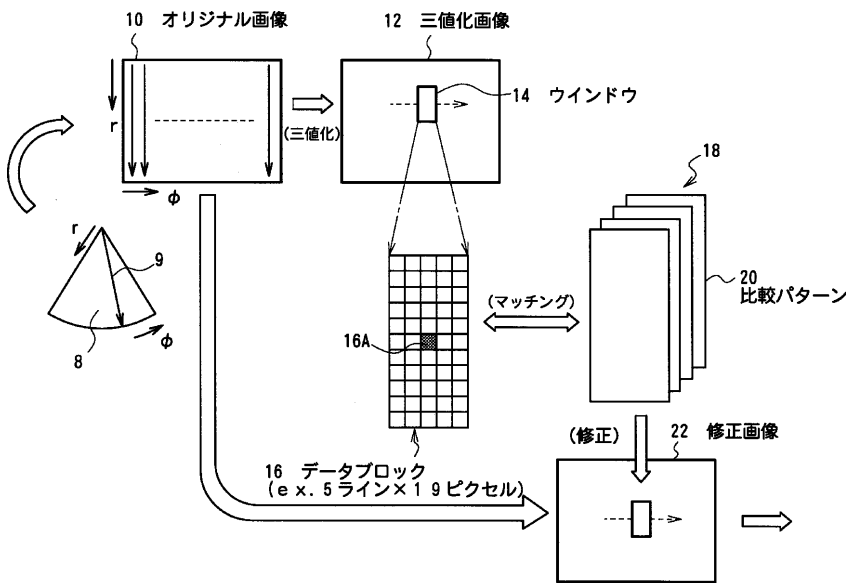
【符号の説明】

8 走査面、9 超音波ビーム、10 オリジナル画像、12 三値化画像、14 ウィンドウ、16 データブロック（データ群）、18 比較パターンセット、20 比較パターン、22 修正画像、30 プロープ、32 送受信部、34 ドプラ処理部、36 画像処理部、38 パターン修正部、40 表示部、42 ウィンドウ処理部、46 三値化部、48 三値化回路、52 判定部、53 比較パターンテーブル、54 修正実行部、55 修正条件テーブル、57 折り返し判定部。

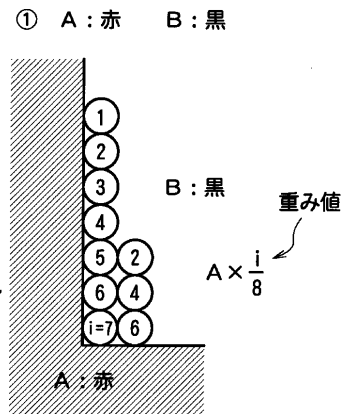
【図2】



【図1】

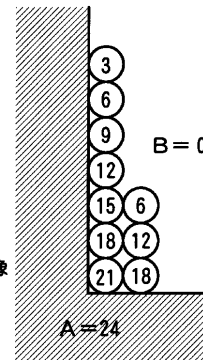


【図9】

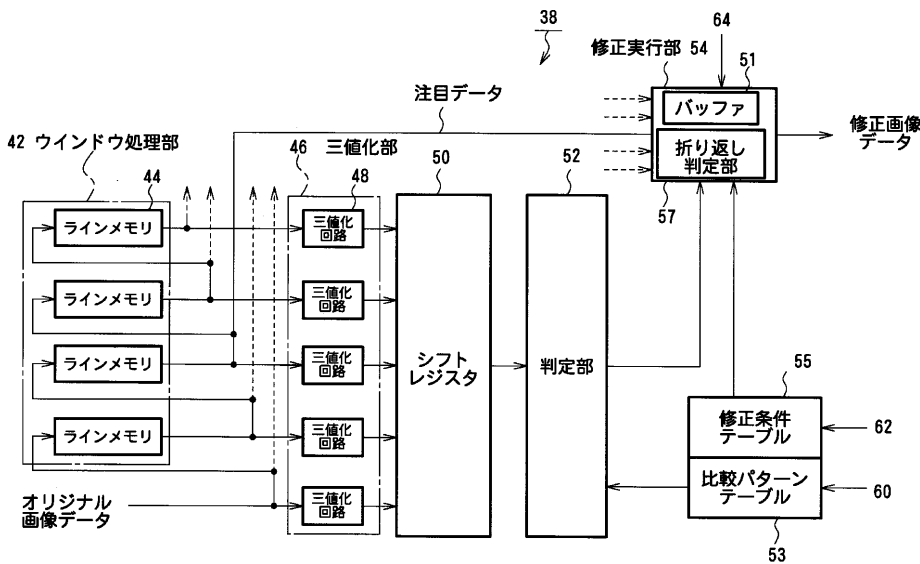


【図10】

①の具体的な例 (A : 赤 B : 黒)

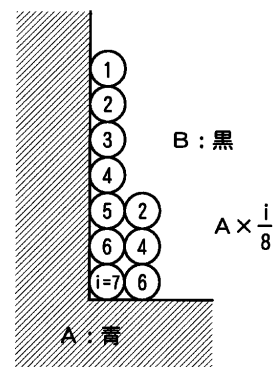


【図3】

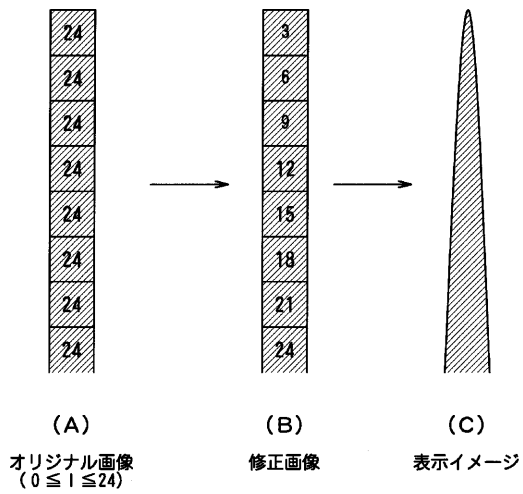


【図11】

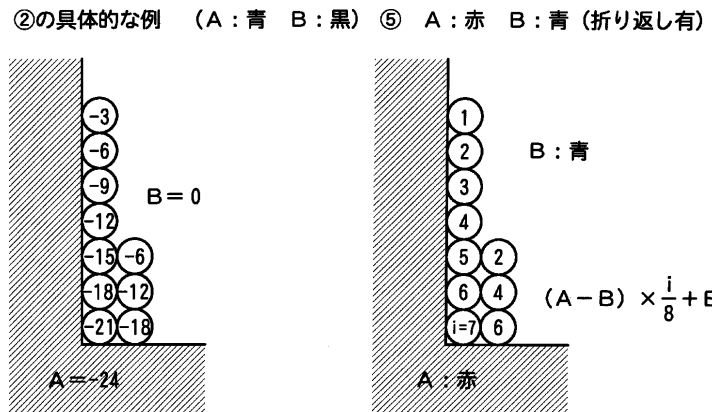
② A : 青 B : 黒



【図4】

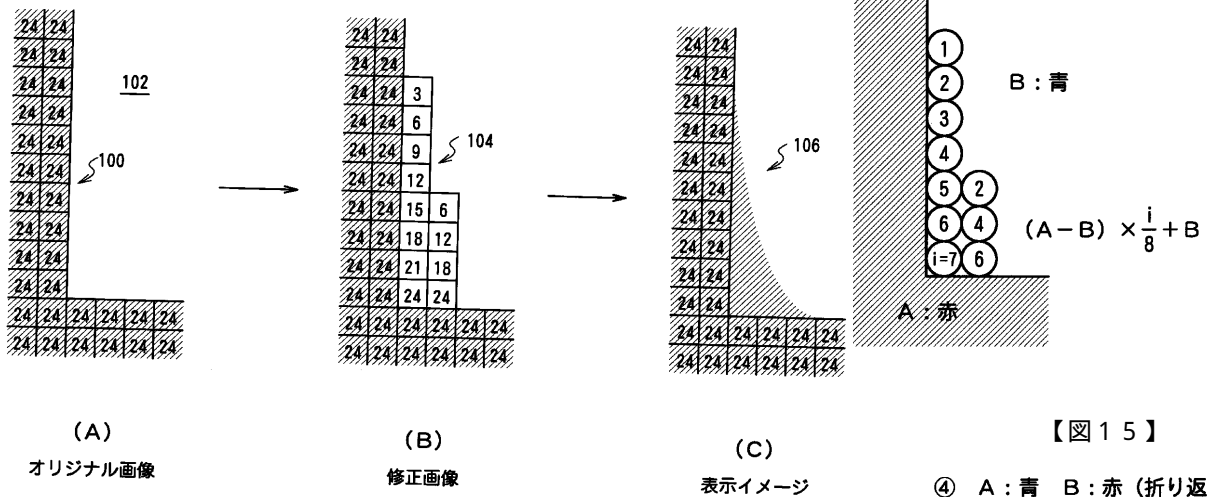


【図12】



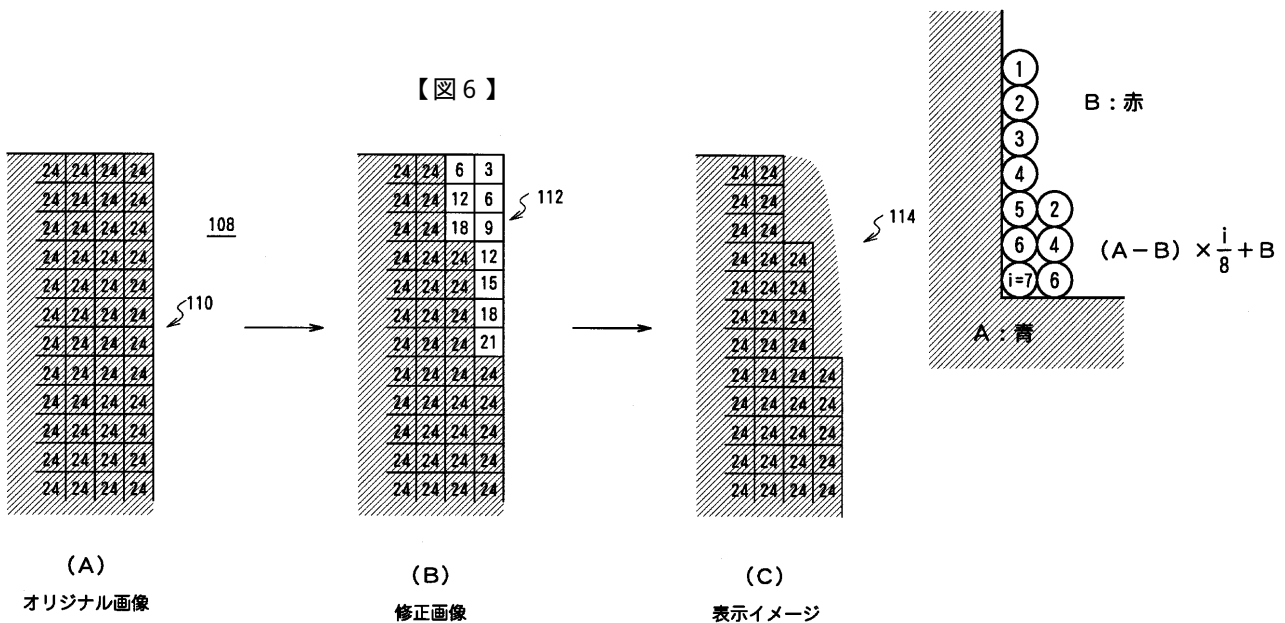
【図13】

【図5】

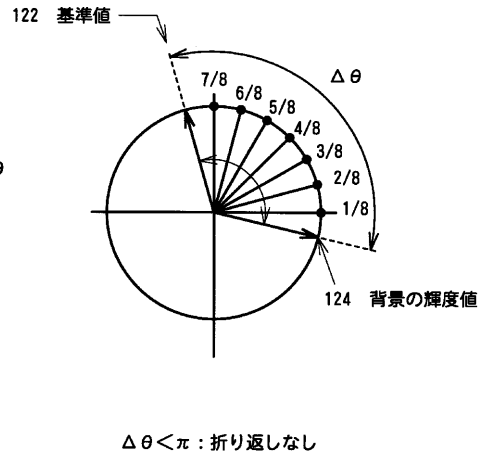
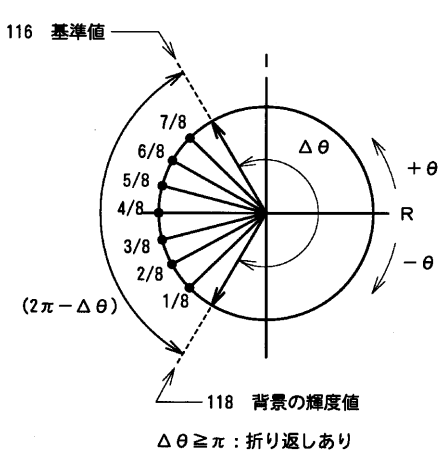


【図15】

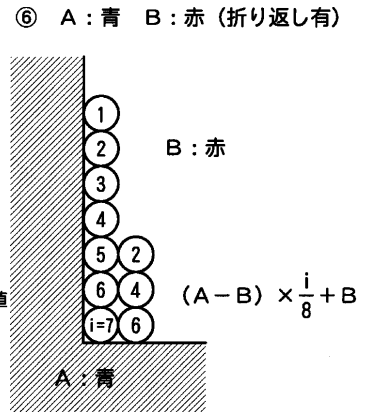
④ A:青 B:赤(折り返し無)



【図7】

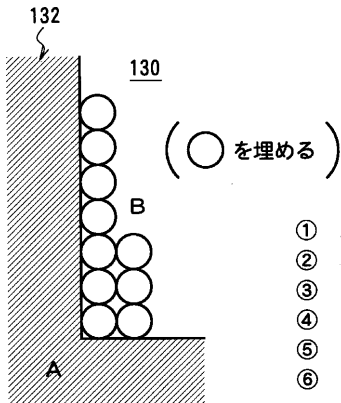


【図19】



【図8】

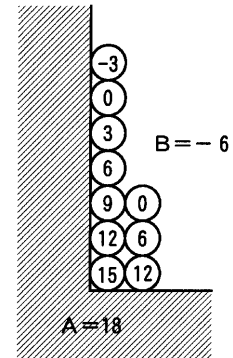
四隅の場合の埋め方



- | | | |
|------------|--------------|-------------|
| ① A: 赤 (正) | B: 黒 | → (図9、図10) |
| ② A: 青 (負) | B: 黒 | → (図11、図12) |
| ③ A: 赤 | B: 青 (折り返し無) | → (図13、図14) |
| ④ A: 青 | B: 赤 (折り返し無) | → (図15、図16) |
| ⑤ A: 赤 | B: 青 (折り返し有) | → (図17、図18) |
| ⑥ A: 青 | B: 赤 (折り返し有) | → (図19、図20) |

【図14】

③の具体的な例 (A: 赤 B: 青 折り返し無)

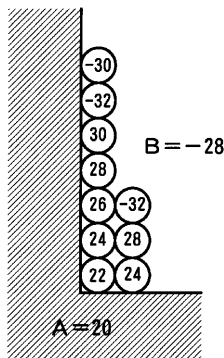
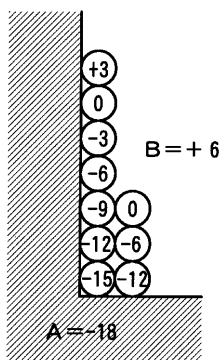


【図16】

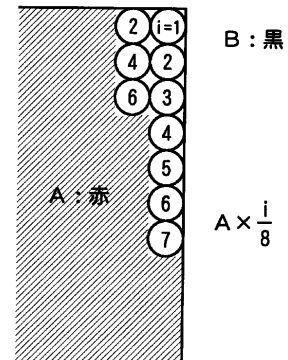
【図18】

【図22】

④の具体的な例 (A: 青 B: 赤 折り返し無) ⑤の具体的な例 (A: 赤 B: 青 折り返し有)

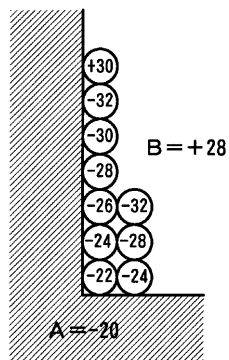


① A: 赤 B: 黒

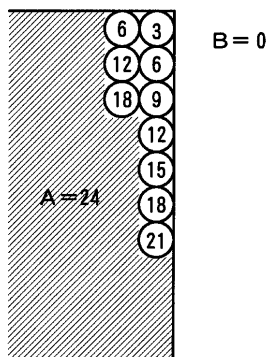


【図20】

⑥の具体的な例 (A:青 B:赤 折り返し有) ①の具体的な例 (A:赤 B:黒)

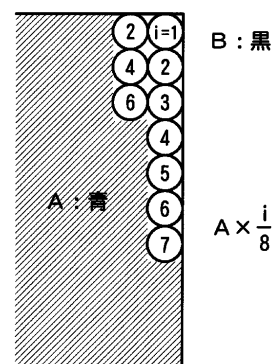


【図23】



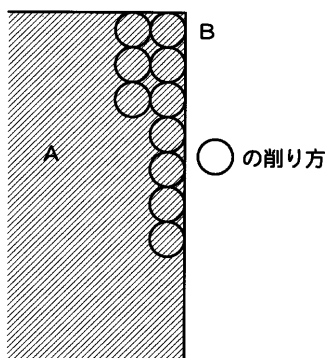
【図24】

② A:青 B:黒



【図21】

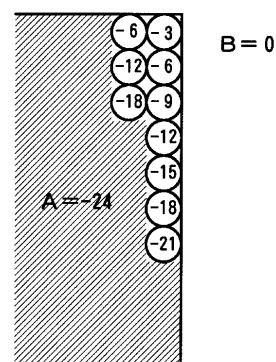
四つ角の場合の削り方



- ① A:赤 B:黒 → (図22、図23)
 ② A:青 B:黒 → (図24、図25)
 ③ A:赤 B:青 (折り返し無) → (図26、図27)
 ④ A:青 B:赤 (折り返し無) → (図28、図29)
 ⑤ A:赤 B:青 (折り返し有) → (図30、図31)
 ⑥ A:青 B:赤 (折り返し有) → (図32、図33)

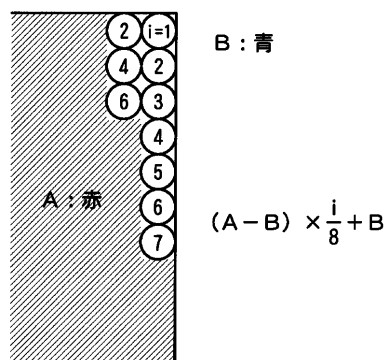
【図25】

②の具体的な例 (A:赤 B:黒)



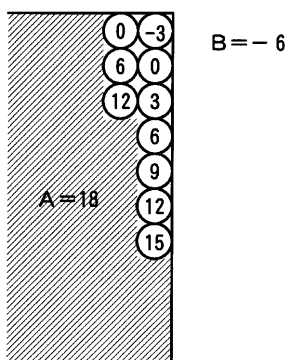
【図26】

③ A:赤 B:青 (折り返し無)



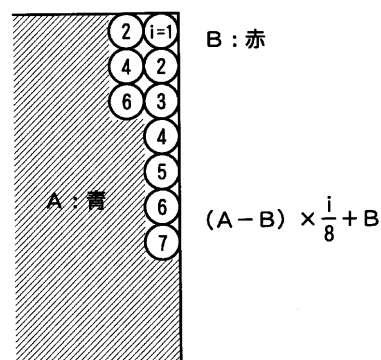
【図27】

③の具体的な例 (A:赤 B:青 折り返し無) ④ A:青 B:赤 (折り返し無)



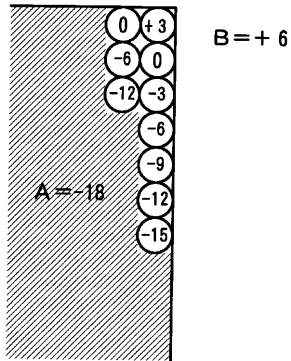
【図28】

④ A:青 B:赤 (折り返し無)

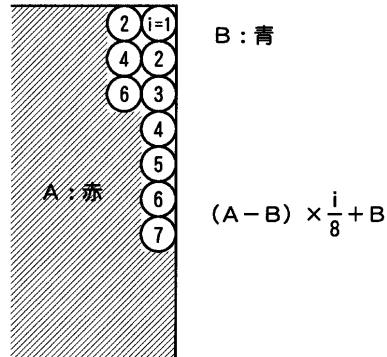


【図29】

④の具体的な例 (A : 青 B : 赤 折り返し無)

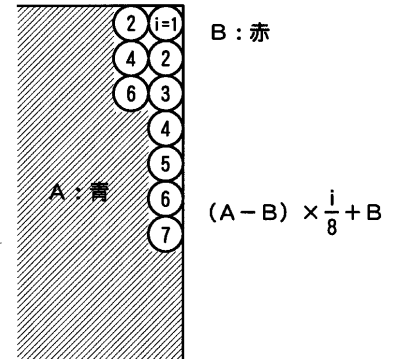


【図30】



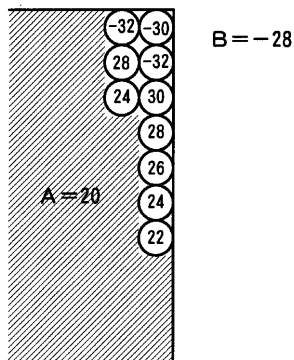
【図32】

⑥ A : 青 B : 赤 (折り返し有)



【図31】

⑤の具体的な例 (A : 赤 B : 青 折り返し有)



【図33】

⑥の具体的な例 (A : 青 B : 赤 折り返し有)

