

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 12 月 8 日 (08.12.2005)

PCT

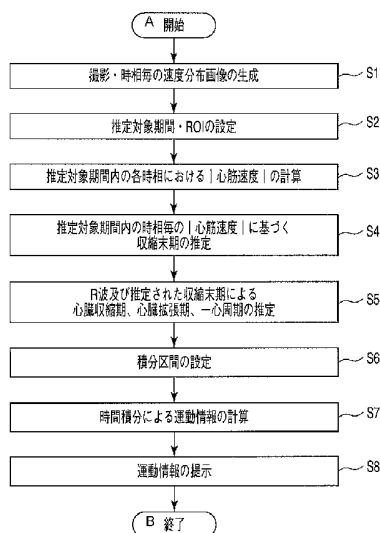
(10) 国際公開番号
WO 2005/115249 A1

- (51) 国際特許分類: A61B 8/08
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/009966
- (22) 国際出願日: 2005 年 5 月 31 日 (31.05.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-161794 2004 年 5 月 31 日 (31.05.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP). 東芝メディカルシステムズ株式会社 (TOSHIBA MEDICAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3248550 栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 阿部 康彦 (ABE, Yasuhiko) [JP/JP].
- (74) 代理人: 鈴江 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONOGRAPH, ULTRASONIC IMAGE PROCESSING DEVICE, AND ULTRASONIC IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 超音波診断装置、超音波画像処理装置、及び超音波画像処理方法



A... START
S1... CREATE SPEED DISTRIBUTION IMAGE FOR EACH IMAGING/TIME PHASE
S2... SET PERIOD FOR ESTIMATION AND ROI
S3... CALCULATE |CARDIAC MUSCLE SPEED| AT EACH TIME PHASE WITHIN PERIOD FOR ESTIMATION
S4... ESTIMATE CONTRACTION END ON THE BASIS OF |CARDIAC MUSCLE SPEED| AT EACH TIME PHASE WITHIN PERIOD FOR ESTIMATION
S5... ESTIMATE HEART CONTRACTION PHASE HEART EXPANSION PHASE, AND ONE CARDIAC CYCLE ON THE BASIS OF R WAVE AND ESTIMATED CONTRACTION END
S6... SET INTEGRAL INTERVAL
S7... CALCULATE MOVEMENT INFORMATION BY TIME INTEGRATION
S8... PRESENT MOVEMENT INFORMATION
B... END

(57) Abstract: Speed information on positions of a moving portion (e.g., heart cyclically repeating contraction and expansion is acquired for each time phase. On the basis of the speed information, a given time phase specified by the start and end of contraction, the start and end of expansion, and other clinical features about one cycle of the moving portion or one cycle time of the moving portion is estimated. More specifically, for example, the time phase of the end of contraction is made the time phase of when the cardiac muscle speed is zero or the closest to zero, the |cardiac muscle speed| is calculated at each time phase within a predetermined time, and the time phase at which the value is closest to zero is estimated as the contraction end time phase.

(57) 要約: 時相毎に取得された、収縮と膨張とを周期的に繰り返す運動部位 (例えば心臓) の複数の位置に関する速度情報に基づいて、運動部位の一周期に関する収縮始期、収縮末期、拡張始期、拡張末期その他の臨床学的特徴によって特定され得る任意の時相、又は運動部位の一周期期間を推定する。より具体的には、例えば収縮末期時相=心筋速度がゼロになる時相又はゼロに最も近くなる時相とし、所定期間の各時相において|心筋速度|を計算し、この値がゼロに最も近くなる時相を収縮末期時相と推定する。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

超音波診断装置、超音波画像処理装置、及び超音波画像処理方法 技術分野

- [0001] 本発明は、心筋等の生体組織の速度を推定し、推定した速度情報を処理して組織の局所的な運動情報を出力することで医学診断に有効な情報を提供する超音波診断装置、超音波画像処理装置及び超音波画像処理方法に係わり、特に収縮末期時相を自動検出することで操作の手間を軽減する手法に関する。

背景技術

- [0002] 一般に、心筋等の生体組織に関して、その機能を客観的かつ定量的に評価することは、その組織の診断にとって非常に重要である。超音波画像処理装置を使用した画像診断においても、主に心臓を例として様々な定量的評価法が試みられている。その代表的な例として、組織追跡イメージング (TTI: Tissue Tracking Imaging) 法がある (例えば、特許文献1参照)。このTTI法により、組織速度を用いて歪みや変位といった局所的な壁運動指標による定量的評価法が提供可能となっている。
- [0003] 上記特許文献1にも述べられている通り、歪みや変位を組織速度を用いて求める場合には、時間的な積分処理が必要となる。時間積分の結果は積分区間 (時間) で変わることから、本区間の設定が重要であることは容易に推察されよう。
- [0004] また、開始時相は特に重要な意味を持つ。例えば、積分開始時相が心臓の拡張末期時相であれば、収縮期における歪みや変位を解析することができる。歪みに着目すると、正常な心筋は収縮期に壁厚方向 (短軸) へは厚みが増し (thickening)、長軸方向へは長さが縮む (shortening)。一方、積分開始時相が心臓の収縮末期時相であれば、拡張期における歪みや変位が解析される。同様に歪みに着目すると、正常な心筋は収縮期に壁厚方向 (短軸) へは厚みが薄くなり (thinning)、長軸方向へは長さが伸びる (stretching)。
- [0005] さらに、積分終了時刻は、収縮期や拡張期といった所定の区間における最終的な歪みや変位の状態を反映する時相として、開始時相の次に重要な時相である。すなわち、収縮期の時間積分によるトータルとしての運動の様子は収縮末期時相で解析

され、拡張期の時間積分によるトータルとしての運動の様子は拡張末期時相で解析されるのが最も一般的と考えられる。

[0006] これらの収縮期や拡張期の各種用途に応じた積分区間を定めるためには、拡張末期時相と収縮末期時相を可能な限り正確に与えることが必要である。また、解析処理の簡便性を向上させるためには、拡張末期時相及び収縮末期時相の2時相が自動的に設定されることが望ましい。さらに、収縮期と拡張期の各々の時相区間における積分区間設定以外の固有な応用設定として、例えば特開平2003-175041号において、歪みの片極表示に関する技術が開示されている。正確且つ簡便な時相設定の実現は、この歪みの片極表示においても実益が大きい。

[0007] ところで、拡張末期時相及び収縮末期時相のうち、拡張末期時相については、心電図のR波時相として自動的に検出することができる。一方で収縮末期時相については心電図からは容易に検出が出来ないものの、例えば次に述べるような自動設定技術が知られている。

[0008] 近年普及しつつあるstressエコーパッケージにおいては、一連の動画像の中から収縮期のみを切り出して解析することが多い。この際、R波からの所定区間 (Duration-Time: DT[sec]) が設定出来るようになっている。すなわちDTの時相が収縮末期時相に相当する。DTはハートレート(HR)[bpm]に依存して変化する(一般にHRが大きくなるにつれてDTは小さくなる)ことが知られているので、DTはHR毎のテーブルとしてユーザーによる設定が可能となっていることが多い。

[0009] このように工夫されたstressエコーパッケージではあるが、設定される収縮末期時相に要求される精度は、あらかじめ定められた時間で一義に決まる程度のものである。従って、例えば信号源の運動に応じて適応的に決められるような構成ではないので、必ずしも高精度な収縮末期時相の設定法とは言えない。従って、歪みや変位を得るための時間積分の区間を自動設定するという観点からは、時間の精度が十分ではないという問題がある。

[0010] また、近年、ACT(Automated Contour Tracking)法による心腔体積/面積ないし心音図を用いて収縮末期時相を自動認識する技術が開示されている(例えば、特許文献2参照)。当該文献にも示されているように、「臨床的な意味での収縮末期時相

は心音図の第II音の生ずる時間」として一般的に知られている。しかしながら、急峻な変化が多数存在する心音図波形から第II音のみを安定して検出することは困難であると共に、検査の際に必ずしも心音図が得られないケース(多くの心臓の超音波検査は心電図のみを参照信号として行われるため)もあり得る。当該ACT法による技術によれば、自動的に検出された心臓の内膜面の位置情報から心腔の面積ないし体積を推定することで、「心腔の面積ないし体積が最小になる時相として収縮末期時相を得る」ことが開示されている。

発明の開示

- [0011] しかしながらACT法では、心腔が明瞭に描出されない左室長軸像のような断面では適用が出来ない。また、収縮末期時相を得る時間の精度を高めるには心腔体積を高精度に求めるのが望ましいが、ある断面のみでは面積しか定義できないので、体積としての精度を保証するのは困難である。一般に、体積の精度を高めるには複数の基準断面を得る必要があり、これは手技的に複雑となり簡便性を損なう。従ってACT法においては、利用できる断面に制限があるため精度向上が困難であり、且つ断面設定において操作性に欠ける場合がある。
- [0012] 本発明は、上記事情を鑑みてなされたもので、その目的とするところは、一般的な心臓超音波検査で用いられるあらゆる断面の画像に対して簡便でかつ高精度な収縮末期時相の自動検出を実行することができる超音波診断装置、超音波画像処理装置、及び超音波画像処理方法を提供することを目的としている。
- [0013] 本発明の第1の視点は、収縮と膨張とを周期的に繰り返す運動部位の時系列の速度情報を記憶する記憶ユニットと、前記時系列の速度情報に基づいて、前記運動部位の収縮と膨張とを含む一周期に関する任意の時相を推定する推定ユニットと、を具備する超音波診断装置又は超音波画像処理装置である。
- [0014] 本発明の第2の視点は、収縮と膨張とを周期的に繰り返す運動部位の時系列の速度情報を取得し、前記時系列の速度情報に基づいて、前記運動部位の収縮と膨張とを含む一周期に関する任意の時相を推定すること、を具備する超音波画像処理方法である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、第1の実施形態に係る超音波診断装置10の構成図である。

[図2]図2は、収縮末期時相ESの推定機能を説明するための図であり、心筋速度の時間的变化を示したグラフを示している。

[図3]図3は、心筋速度の計算において利用される超音波画像に設定されたROIの一例を示した図である。

[図4]図4は、心拍数と、推定対象期間の開始時相(開始時相)及び当該開始時相からの推定対象期間の幅とを対応付けたテーブルの一例を示した図である。

[図5]図5は、収縮末期時相ESをES時相線として電図波形と対応付けて表示した例を示した図である。

[図6]図6は、TTI法において、最新の収縮期2を積分区間として自動設定する例を示した図である。

[図7]図7は、TTI法において、最新の拡張期2を積分区間として自動設定する例を示した図である。

[図8]図8は、TTI法において、最新の一心周期を積分区間として自動設定する例を示した図である。

[図9]図9は、時相の自動推定等を含むTTIの一連の処理の流れを示したフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施形態を図面に従って説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

[0017] 図1は、第1の実施形態に係る超音波診断装置10の構成図である。本超音波診断装置10は、超音波プローブ11、送信ユニット12、受信ユニット13、Bモード処理ユニット14、組織ドプラ処理ユニット15、運動情報処理ユニット16、表示制御ユニット17、表示部18、入力部19、記憶部20、制御ユニット21、入力部22を具備している。

[0018] 超音波プローブ11は、送信ユニット12からの駆動信号に基づき超音波を発生し、被検体からの反射波を電気信号に変換する複数の圧電振動子、当該圧電振動子に設けられる整合層、当該圧電振動子から後方への超音波の伝播を防止するバックシ

グ材等を有している。当該超音波プローブ11から被検体に超音波が送信されると、生体組織の非線形性により、超音波の伝播に伴って種々のハーモニック成分が発生する。送信超音波を構成する基本波とハーモニック成分は、体内組織の音響インピーダンスの境界、微小散乱等により後方散乱され、反射波(エコー)として超音波プローブ11に受信される。なお、本実施形態及び後述する各実施形態においては、心臓を撮影対象とする場合を例に説明するため、超音波プローブ1はセクタプローブであるものとする。

- [0019] 送信ユニット12は、図示しない遅延回路およびパルサ回路等を有している。パルサ回路では、所定のレート周波数 f_r Hz(周期; $1/f_r$ 秒)で、送信超音波を形成するためのレートパルスが繰り返し発生される。また、遅延回路では、チャンネル毎に超音波をビーム状に集束し且つ送信指向性を決定するのに必要な遅延時間が、各レートパルスに与えられる。送信ユニット12は、このレートパルスに基づくタイミングで、所定のスキャンラインに向けて超音波ビームが形成されるように振動子毎に駆動パルスを印加する。
- [0020] 受信ユニット13は、図示していないアンプ回路、A/D変換器、加算器等を有している。アンプ回路では、プローブ11を介して取り込まれたエコー信号をチャンネル毎に増幅する。A/D変換器では、増幅されたエコー信号に対し受信指向性を決定するのに必要な遅延時間を与え、その後加算器において加算処理を行う。この加算により、所定のスキャンラインに対応した超音波エコー信号を生成する。
- [0021] Bモード処理ユニット14は、受信ユニット13から受け取った超音波エコー信号に対して包絡線検波処理を施すことにより、超音波エコーの振幅強度に対応したBモード信号を生成する。
- [0022] 組織ドプラ処理ユニット15は、受信ユニット13から受け取ったエコー信号に対して直交検波処理、自己相関処理等を行い、遅延加算処理された超音波エコー信号のドプラ偏移成分に基づいて、被検体内で移動している組織の速度、分散、パワーに対応した組織ドプラ信号を求める。
- [0023] 運動情報処理ユニット16は、Bモード処理ユニット14及び組織ドプラ処理ユニット15の出力するBモード信号及びドプラ信号に基づいて、運動情報画像を取得するた

めの各処理を実行する。

- [0024] また、運動情報処理ユニット16は、記憶部20に記憶された速度分布画像等を用いて、後述する任意の時相の推定処理、及びTTI法における積分区間の自動設定処理を実行する。
- [0025] 表示制御ユニット17は、Bモード信号の所定断面に係る次元分布を表したBモード超音波像を生成する。また、表示制御ユニット17は、組織ドプラ信号に基づいて、速度、分散、パワー値の所定断面にかかる2次元分布を表した組織ドプラ超音波像を生成する。さらに、表示制御ユニット17は、必要に応じてBモード超音波像と組織ドプラ超音波像の重畳画像、Bモード超音波像と変位もしくは歪みの2次元分布像の重畳画像等を生成する。
- [0026] 表示部18は、表示制御ユニット17からのビデオ信号に基づいて、生体内の形態学的情報や、血流情報を画像として表示する。また、造影剤を用いた場合には、造影剤の空間的分布、すなわち血流或いは血液の存在している領域を求めた定量的な情報量に基づいて、輝度画像やカラー画像として表示する。
- [0027] 入力部19は、装置本体に接続され、オペレータからの各種指示、関心領域(ROI)の設定指示、種々の画質条件設定指示等を装置本体にとりこむためのマウスやトラックボール、モード切替スイッチ、キーボード等を有している。
- [0028] 記憶部20は、各時相に対応する超音波画像データ(超音波受信データ)、運動情報処理ユニット16によって生成された各時相に対応する速度分布画像等を記憶する。なお、超音波画像データは、組織ドプラモードによって撮影された組織画像データ、及び組織ドプラモード以外によって撮影された組織画像データであるものとする。なお、これらの組織画像データは、スキャンコンバート前の所謂Raw画像データであってもよい。
- [0029] 制御ユニット21は、情報処理装置(計算機)としての機能を持ち、本超音波診断装置本体の動作を静的又は動的に制御する。
- [0030] 入力部22は、装置10に接続され、オペレータからの各種パラメータ条件の設定及び変更指示、関心領域(ROI)の設定指示等を装置本体にとりこむための各種スイッチ・ボタン、トラックボール、マウス、キーボード等を有している。

[0031] (組織追跡イメージング)

次に、本実施形態の前提となる技術である組織追跡イメージング法(TTI:Tissue Tracking Imaging)について、簡単に説明する。この組織追跡イメージング法は、組織の運動情報として、運動に伴う組織位置を追跡しながら、速度情報に由来する信号を積分することで得られる、局所の変位と歪みのパラメータを画像化するものである。当該手法によれば、心臓の局所心筋の歪みや変位の画像を、例えば短軸像を用いて作成・表示することができ、画像出力値の局所領域に対する時間変化の解析が支援される。また、短軸像を用いた場合、主な心臓の解析対象機能はシックニング(thickening:厚さ変化)であるが、上記組織追跡イメージング法では、このシックニングに関わる成分を角度補正によって検出して画像化するために、収縮中心に向かう運動の場(コントラクション場:contraction motion field)の概念や設定を用いている。さらに、上記組織追跡イメージング法では、心臓全体の並進運動(「translation」とも呼ばれる)の影響も考慮して収縮中心位置を時間的に移動させ、時間的に可変な運動場に対しても適用可能となっている。従って、並進運動による収縮中心位置の変動には追従することができる。この組織追跡イメージング法のさらなる詳細については、例えば特開平2003-175041号に説明されている。なお、この文献の内容については、本実施形態の説明に加えるものとする。

なお、本組織追跡イメージング法には、複数の時相に関する組織速度の時空間分布画像(診断対象組織の各位置における速度を表す画像)を必要とする。この組織速度の時空間分布画像(以下、単に「速度分布画像」)は、組織ドプラ法によって収集された複数の時相に関する二次元又は三次元超音波画像データから生成するか、Bモード等によって収集された複数の時相に関する複数の二次元又は三次元組織画像に対してパターンマッチング処理を施すことで得られる。

[0032] なお、本実施形態では、説明を具体的にするため、組織ドプラ法(TDI:Tissue Doppler Imaging)によって生成された二次元の速度分布画像を利用するものとする。しかしながら、これに限定する趣旨ではなく、例えば組織ドプラ法によって生成された三次元の速度分布画像を利用するものであってもよいし、パターンマッチング処理によって得られた二次元又は三次元の速度分布画像を利用するものであってもよい。ま

た、本実施形態では、診断対象が心臓である場合を例とする。従って、組織追跡イメージングによって得られる組織速度の殆どは、心筋速度とみなすことができる。

[0033] (時相の推定機能)

次に、本超音波診断装置10が具備する時相の推定機能について説明する。この時相推定処理は、記憶部20に格納された時相毎の速度分布画像を用いて、例えば臨床学的に重要な各種時相を解析的に推定するものである。なお、以下においては、説明を簡単にするため収縮末期時相を推定する場合を例として説明するが、この他に、S波発生時相、E波発生時相、E波からの立ち上がりにおいて所定速度になる時相、A波発生時相その他の臨床学的特徴によって特定され得る任意の時相を推定することが可能である。

[0034] 本実施形態では、収縮末期時相を心筋速度の収縮期のS波と拡張期のE波の境界時相として定義し、「収縮末期時相ES＝心臓の動きが止まる時相＝心筋速度がゼロになる時相又はゼロに最も近くなる時相」との考え方から自動的に収縮末期時相ESを推定する。

[0035] 図2は、収縮末期時相ESの推定機能を説明するための図であり、心筋速度の時間的変化を示したグラフを示している。同図に示すように、収縮末期時相ESは、S波時相とE波時相との間において設定される所定期間 $t_0 \sim t_0 + t_g$ (以下、「推定対象期間」と呼ぶ。)において、 $|\text{心筋速度}|$ が最小となる時相を特定することによって推定するのが好適である。

[0036] ここで、心筋速度として、例えば図3に示すような超音波画像(TDI画像)に設定されたROI内の心筋各位置での速度値の総和、又は当該ROI内の心筋各位置での速度値の絶対値(すなわち、 $|\text{速度値}|$)の総和を用いるようにする。

[0037] なお、心筋速度をROI内の心筋各位置での速度値の総和として定義した場合には、組織ドプラではビームに向かう成分の組織速度が得られることから、必ずしも総和が小さい場合に組織の動きが小さいと言えない場合がある。しかしながら、本推定処理の速度は高速であり、近似的には心臓組織の運動が静止した時相を検出することができる。

[0038] 一方、心筋速度をROI内の心筋各位置での $|\text{速度値}|$ の総和として定義した場合

には、あらゆるケースにおいて運動成分が絶対値として加算されることから、複雑な処理ではあるが、より高精度に心臓組織の運動が静止した時相を検出することが可能である。

[0039] また、推定対象期間は、一心拍当たりの時間には個体差があるため、ハートレートHRに応じて制御されることが好ましい。具体的な制御法としては、図4に示すように、推定対象期間の開始時相(開始時相)と、当該開始時相からの推定対象期間の幅を心拍数に応じたテーブルとして予め記憶部20に記憶しておき、ECGから取得した、又は入力装置19から入力されたハートレートと当該テーブルとに基づいて、運動情報演算ユニット16が推定対象期間を自動決定することが好ましい。この他、心拍数を変数とした所定の関数により、TTIにおける積分区間の開始時相と推定対象期間の幅とを設定する構成であってもよい。

[0040] このようにして推定された収縮末期時相ESは、所定の形態にて表示される。

[0041] 図5は、収縮末期時相ESをES時相線Lとして心電図波形と対応付けて表示した例を示した図である。このようにすれば、ユーザーは収縮末期時相ESの位置を、心拍全体の中で容易に把握することが可能となる。

[0042] (積分区間としての心時相区間の自動設定)

次に、本超音波診断装置10が具備する積分区間としての心時相区間の自動設定について説明する。この自動設定は、収縮期、拡張期、一心周期その他のTTI法において運動情報を計算する際に積分区間となり得る心時相区間を、推定された収縮末期時相ES及びECGによって得られたR波時相とに基づいて、自動設定するものである。これにより、TTI法において時間積分によって定義される運動情報を簡便に解析し取得することができる。

[0043] 図6は、TTI法において、最新の収縮期2を積分区間として自動設定する例を示した図である。同図に示すように、まず、運動情報処理ユニット16は、ECGによって検出された各心拍におけるR波時相と拡張末期時相とをみなし、これと上記推定処理によって得られた収縮末期時相ESとを用いて、R－ES時相区間を収縮期とし、ES－R時相区間を拡張期とし、R－R時相区間を一心周期として推定する。運動情報処理ユニット16は、推定された各時相区間の中から最も新しい収縮期2の開始時相であ

るR2波時相を積分区間の下限 t_0 とし、最も新しい収縮期2の終了時刻である収縮末期時相ES2を積分区間の上限 t_{end} として、自動的に設定する。

[0044] また、図7は、TTI法において、最新の拡張期2を積分区間として自動設定する例を示した図である。運動情報処理ユニット16は、図6と同様に推定された各時相区間の中から最も新しい拡張期2の開始時相である収縮末期時相ES2を積分区間の下限 t_0 とし、最も新しい拡張期2の終了時刻であるR3波時相を積分区間の上限 t_{end} として、自動的に設定する。

[0045] さらに、図8は、TTI法において、最新の一心周期を積分区間として自動設定する例を示した図である。運動情報処理ユニット16は、図6と同様に推定された各時相区間の中から最も新しい一心周期2の開始時相であるR2波時相を積分区間の下限 t_0 とし、最も新しい一心周期2の終了時刻であるR3波時相を積分区間の上限 t_{end} として、自動的に設定する。なお、一心周期は、R波発生時相を基準とするものに限らず、例えば収縮末期時相ES等を用いて設定することも可能である。

[0046] 以上述べた収縮期、拡張期、一心周期のいずれを積分区間として選択するかは、操作者が例えば図5に示す様に「一心周期(R-R)」、「収縮期(systol)」、「拡張期(diastol)」のいずれかの項目にチェックを入れることで実行される。この際、選択された各々の時相区間における積分区間設定以外の固有な応用設定として、例えば歪みの片極表示の設定を自動的に切り換えるようにする。このように対象とする心時相区間に応じて、対象区間だけでなく付随する設定も自動的に最適化することが可能となるので、ユーザーが要手的に各種設定を制御する手間が省けるため操作の簡便性が向上する。

[0047] なお、本対象心時相区間の推定処理によって推定される各種対象心時相区間は、高い精度で実際の心臓収縮末期時相と一致する。しかしながら、仮に推定された収縮末期時相ESに誤差がある場合には、例えば図5に示した画面上のES時相線Lを参照しながら、要手的に積分区間の微調を行ったり、用途に応じた積分区間のマニュアル設定を行うことができる。

[0048] (動作)

次に、上記時相の自動推定、及び積分区間の自動設定を含むTTIの一連の処理

について説明する。

- [0049] 図9は、時相の自動推定等を含むTTIの一連の処理の流れを示したフローチャートである。同図に示すように、まず、組織ドプラ法による撮影が実行され、得られたエコー信号に基づいて時相毎の速度分布画像が生成される(ステップS1)。
- [0050] 次に、運動情報処理ユニット16は、例えば心電図から得られるハートレートHRに基づいて推定対象期間を設定する。また、例えば操作者のマニュアル操作により、心筋速度を求めるための関心領域がTDI画像上に設定される(ステップS2)。
- [0051] 次に、運動情報処理ユニット16は、設定された推定対象期間内における各時相について、心筋速度の絶対値(| 心筋速度 |)を計算し(ステップS3)、心臓収縮末期時相を推定する(ステップS4)。
- [0052] 次に、運動情報処理ユニット16は、心電図から得られるR波発生時相及び推定された心臓収縮末期時相に基づいて、心臓収縮期、心臓拡張期、一心周期を推定し(ステップS5)、得られた推定結果に基づいて、積分区間を自動設定する(ステップS6)。
- [0053] 次に、運動情報処理ユニット16は、自動設定された積分区間において時間積分を実行することで、歪み、歪み率、変位量等の心臓に関する運動情報を計算し(ステップS7)、その結果に基づいて例えば各時相における歪み画像等を生成し、表示部18に表示する(ステップS8)。
- [0054] 以上述べた構成によれば、以下の効果を得ることができる。
- [0055] 本超音波診断装置によれば、時相毎の速度分布画像を用いて、例えば臨床学的に重要な任意の時相を自動推定することができる。この自動推定は、速度情報を用いて適応的に実行される。そのため、操作者は、検査に必要な所望の時相を高精度且つ簡便に設定することができる。また、従来の人為的手法による時相設定と比較して、操作者の違いによる情報のばらつきがなく客観性の高い時相設定を実現することができ、診断情報の質の向上に寄与することができる。
- [0056] また、本超音波診断装置によれば、自動設定された任意の時相を利用して、TTI法において時間積分によって定義される運動情報の積分区間を決定する。従って、TTI法において、客観性の高い運動情報を提供することができ、また、積分区間設

定における操作者の作業負担を軽減させることができる。特に、本超音波診断装置によれば、自動検出された収縮末期時相と、心電図から自動検出された拡張末期時相とを用いて、収縮期と拡張期を自動的に分離することができる。従って、組織速度を用いた歪みや変位といった局所的な壁運動指標による客観性の高い定量的評価法を、より簡便な操作によって迅速に実現することができる。

[0057] なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。

[0058] (1) 例えば、上述した任意の時相の推定処理、積分区間の自動設定処理は、当該各処理を実行するプログラムをコンピュータ(ワークステーション、画像処理装置又は超音波診断装置等に内蔵されるものを含む。)にインストールし、これらをメモリ上で展開することによっても実現することができる。このとき、コンピュータに当該手法を実行させることのできるプログラムは、磁気ディスク(フロッピー(登録商標)ディスク、ハードディスクなど)、光ディスク(CD-ROM、DVDなど)、半導体メモリなどの記録媒体に格納して頒布することも可能である。

[0059] (2) 上記実施形態では、心筋の速度及び速度変化に着目し、その値に基づいて心臓の収縮期等の時相を推定した。しかしながら、時相推定のための指標は、心筋の速度及び速度変化に限定する趣旨ではなく、例えば心臓の一周期内の所定期間において所定速度に達するタイミング、速度変化率(速度波形の微分係数)を使用する構成であってもよい。

[0060] (3) 上記実施形態では、診断対象が心臓である場合を例として説明した。しかし、これに限定する趣旨ではなく、本超音波診断装置による任意の時相の推定機能等は、頸動脈その他の収縮と膨張とを周期的に繰り返す運動部位と対象とする診断であれば、利用することが可能である。

[0061] また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

産業上の利用可能性

[0062] 以上述べた様に、本実施形態によれば、一般的な心臓超音波検査で用いられるあらゆる断面の画像に対して簡便でかつ高精度な収縮末期時相の自動検出を実行することができる超音波診断装置、超音波画像処理装置、及び超音波画像処理方法を提供することができる。

請求の範囲

- [1] 収縮と膨張とを周期的に繰り返す運動部位の時系列の速度情報を記憶する記憶ユニットと、
前記時系列の速度情報に基づいて、前記運動部位の収縮と膨張とを含む一周期に関する任意の時相を推定する推定ユニットと、
を具備する超音波診断装置又は超音波画像処理装置。
- [2] 前記記憶ユニットは、前記運動部位の複数の位置に関する前記時系列の速度情報を記憶し、
前記推定ユニットは、
前記運動部位の複数の位置のうち、当該運動部位に設定される関心領域内に存在する位置に関する前記複数の位置に関する速度の総和、平均値その他の統計的な計算値に基づいて、前記運動部位の速度又は前記運動部位の速度変化率を計算し、
前記運動部位の速度又は前記運動部位の速度変化率に基づいて、前記運動部位の収縮と膨張とを含む一周期に関する任意の時相を推定する請求項1記載の超音波診断装置又は超音波画像処理装置。
- [3] 少なくとも二つの時相に関する前記速度情報を利用した時間積分によって定義される歪み、歪み率又は変位のいずれかの前記運動部位の運動に関する物理量を計算するものであって、前記推定ユニットによって推定された前記任意の時相を用いて、前記時間積分の積分区間を決定する計算ユニットをさらに具備する請求項1記載の超音波診断装置又は超音波画像処理装置。
- [4] 推定される前記所定の時相は心臓の収縮末期時相であり、
前記推定ユニットは、少なくとも前記収縮末期時相近傍に設定される所定期間における前記組織の運動速度に基づいて、前記運動部位の運動が静止する時相を前記収縮末期時相として推定する請求項1記載の超音波診断装置又は超音波画像処理装置。
- [5] 前記推定ユニットは、
所定の空間から得られる前記組織の運動速度の総和又は運動速度の総和を取得

し、

前記総和の絶対値が収縮末期時相の近傍に設定される所定の期間内で最小となる時相を検出し、

検出された前記総和の絶対値が最小となる前記時相を、前記運動部位の運動が静止する前記時相として推定する請求項4記載の超音波診断装置又は超音波画像処理装置。

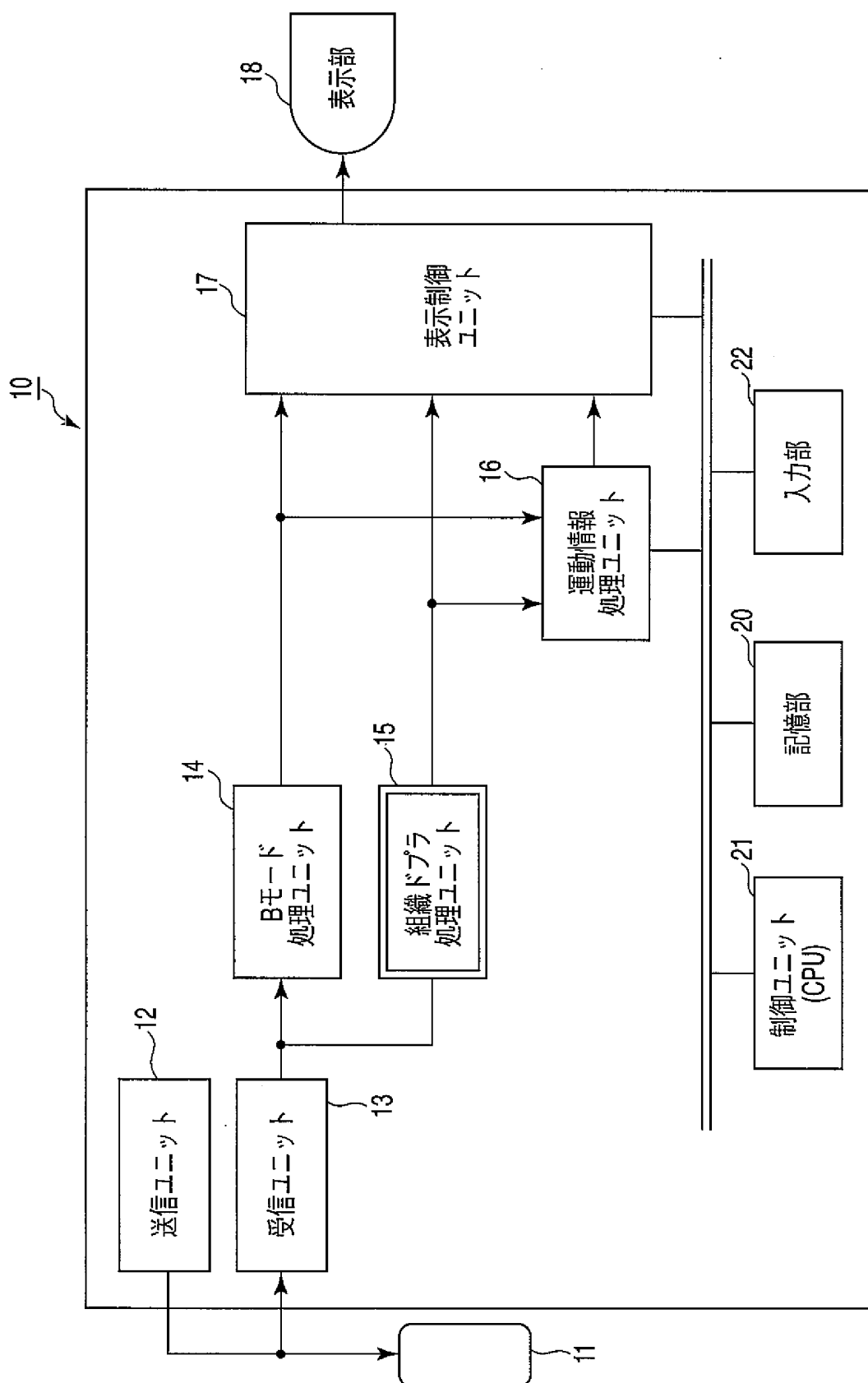
- [6] 前記被検体の心拍数に関する情報を取得する情報取得ユニットと、
前記収縮末期時相の近傍に設定される前記所定期間を、取得される前記心拍数に応じて適応的に設定可能な設定ユニットと、
をさらに具備する請求項5記載の超音波診断装置又は超音波画像処理装置。
- [7] 前記推定ユニットによって推定された前記任意の時相を、所定の形態にて表示する表示ユニットをさらに具備する請求項1記載の超音波診断装置又は超音波画像処理装置。
- [8] 前記時系列の速度情報は、組織ドプラ法によって取得された複数の時相に関する超音波画像データに基づいて生成されたもの、又はBモード撮影法によって取得された複数の時相に関する組織画像に対してパターンマッチングを施すことにより生成されたものである請求項1記載の超音波診断装置又は超音波画像処理装置。
- [9] 収縮と膨張とを周期的に繰り返す運動部位の時系列の速度情報を取得し、
前記時系列の速度情報に基づいて、前記運動部位の収縮と膨張とを含む一周期に関する任意の時相を推定すること、
を具備する超音波画像処理方法。
- [10] 前記時系列の速度情報の取得においては、前記運動部位の複数の位置に関する前記時系列の速度情報を取得し、
前記推定においては、
前記運動部位の複数の位置のうち、当該運動部位に設定される関心領域内に存在する位置に関する前記複数の位置に関する速度の総和、平均値その他の統計的な計算値に基づいて、前記運動部位の速度又は前記運動部位の速度変化率を計算し、

前記運動部位の速度又は前記運動部位の速度変化率に基づいて、前記運動部位の収縮と膨張とを含む一周期に関する任意の時相を推定する請求項9記載の超音波画像処理方法。

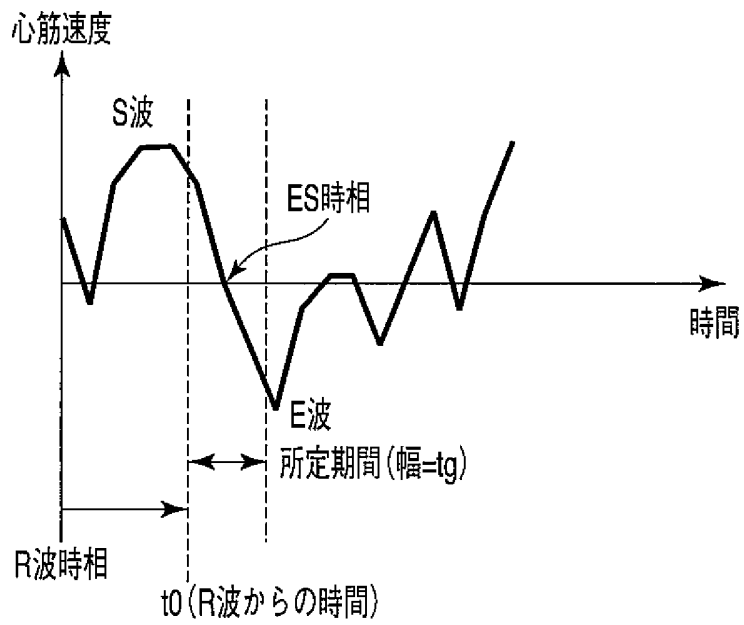
- [11] 少なくとも二つの時相に関する前記速度情報を利用した時間積分によって定義される歪み、歪み率又は変位のいずれかの前記運動部位の運動に関する物理量を計算するものであって、前記推定ユニットによって推定された前記任意の時相を用いて、前記時間積分の積分区間を決定する計算をさらに具備する請求項9記載の超音波画像処理方法。
- [12] 推定される前記所定の時相は心臓の収縮末期時相であり、
前記推定においては、少なくとも前記収縮末期時相近傍に設定される所定期間における前記組織の運動速度に基づいて、前記運動部位の運動が静止する時相を前記収縮末期時相として推定する請求項9記載の超音波画像処理方法。
- [13] 前記推定においては、
所定の空間から得られる前記組織の運動速度の総和又は運動速度の総和を取得し、
前記総和の絶対値が収縮末期時相の近傍に設定される所定の期間内で最小となる時相を検出し、
検出された前記総和の絶対値が最小となる前記時相を、前記運動部位の運動が静止する前記時相として推定する請求項12記載の超音波画像処理方法。
- [14] 前記被検体の心拍数に関する情報を取得し、
前記収縮末期時相の近傍に設定される前記所定期間を、取得される前記心拍数に応じて適応的に設定すること、
をさらに具備する請求項13記載の超音波画像処理方法。
- [15] 推定された前記任意の時相を、所定の形態にて表示することをさらに具備する請求項9記載の超音波画像処理方法。
- [16] 前記時系列の速度情報は、組織ドプラ法によって取得された複数の時相に関する超音波画像データに基づいて生成されたもの、又はBモード撮影法によって取得された複数の時相に関する組織画像に対してパターンマッチングを施すことにより生成

されたものである請求項9記載の超音波画像処理方法。

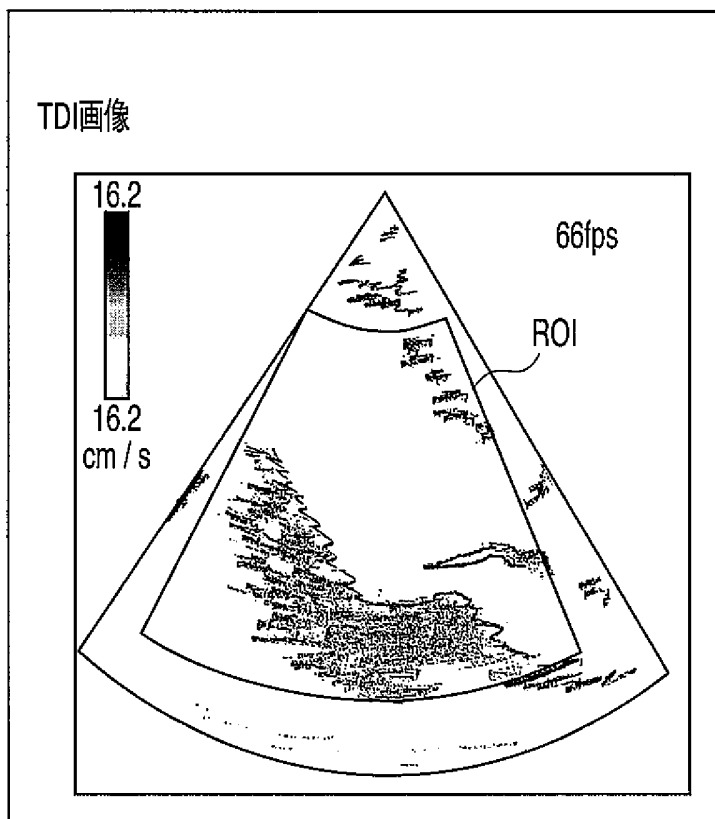
[図1]



[図2]



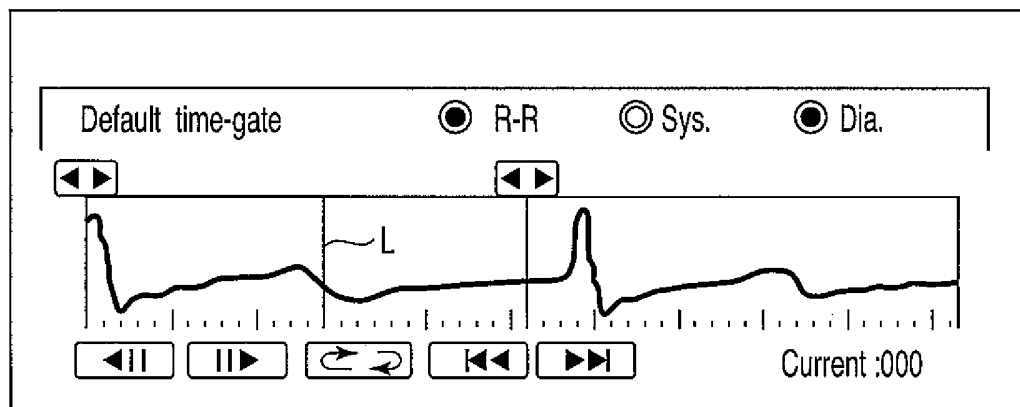
[図3]



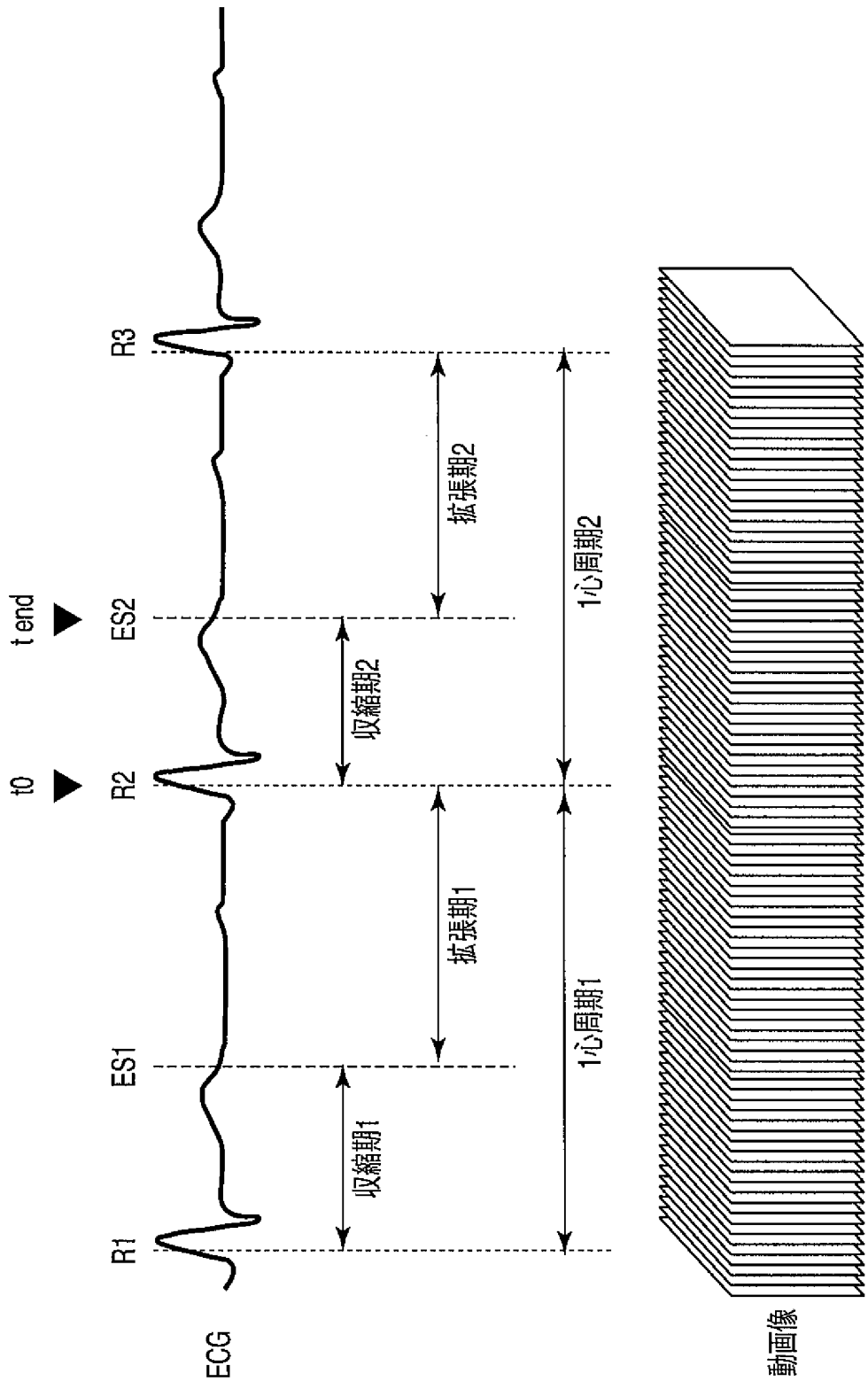
[図4]

HR [bpm]		t0 [msec]	tg [msec]
<50		300	100
50 ≤	<100	250	100
100 ≤	<200	200	100
200 ≤		150	100

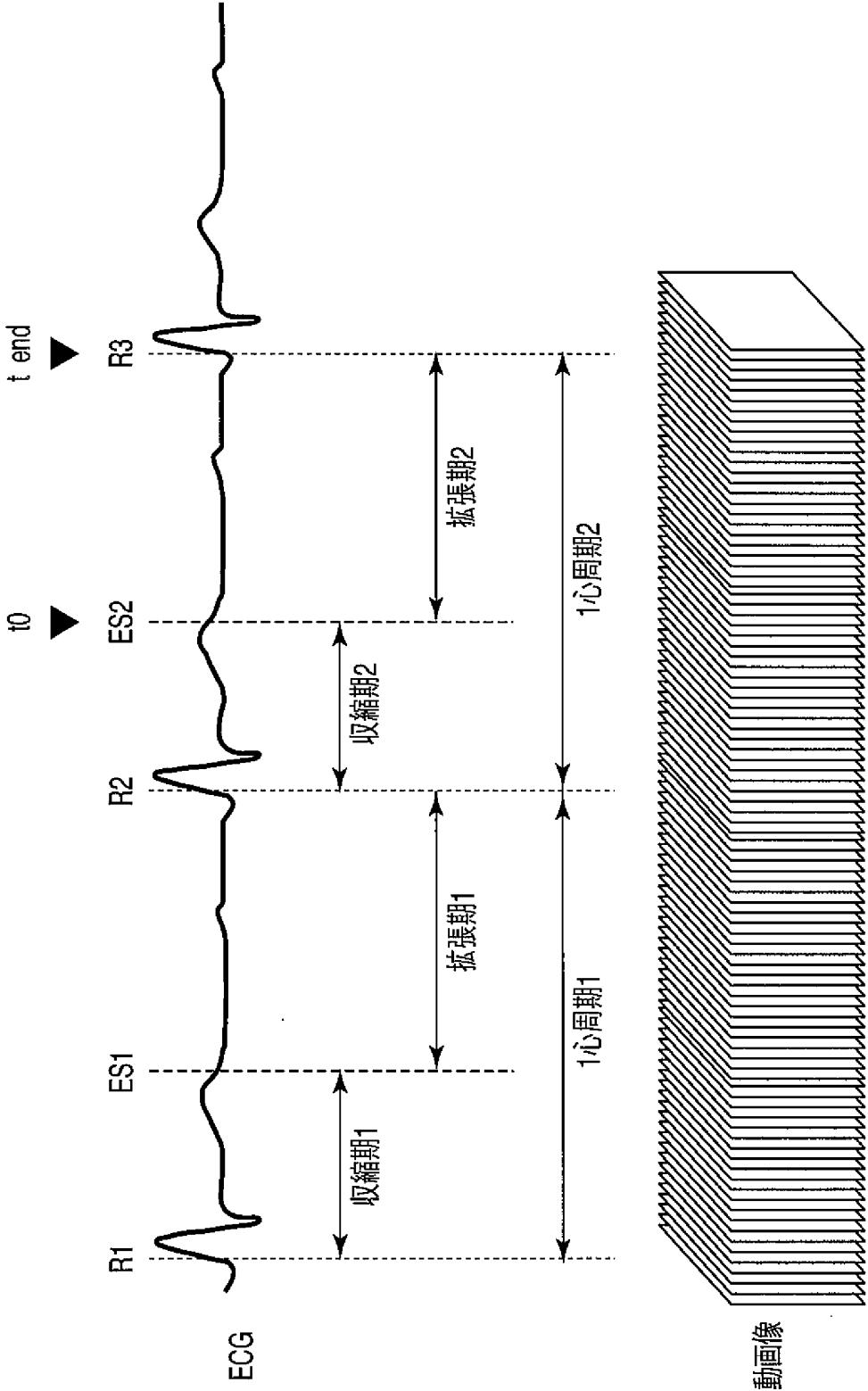
[図5]



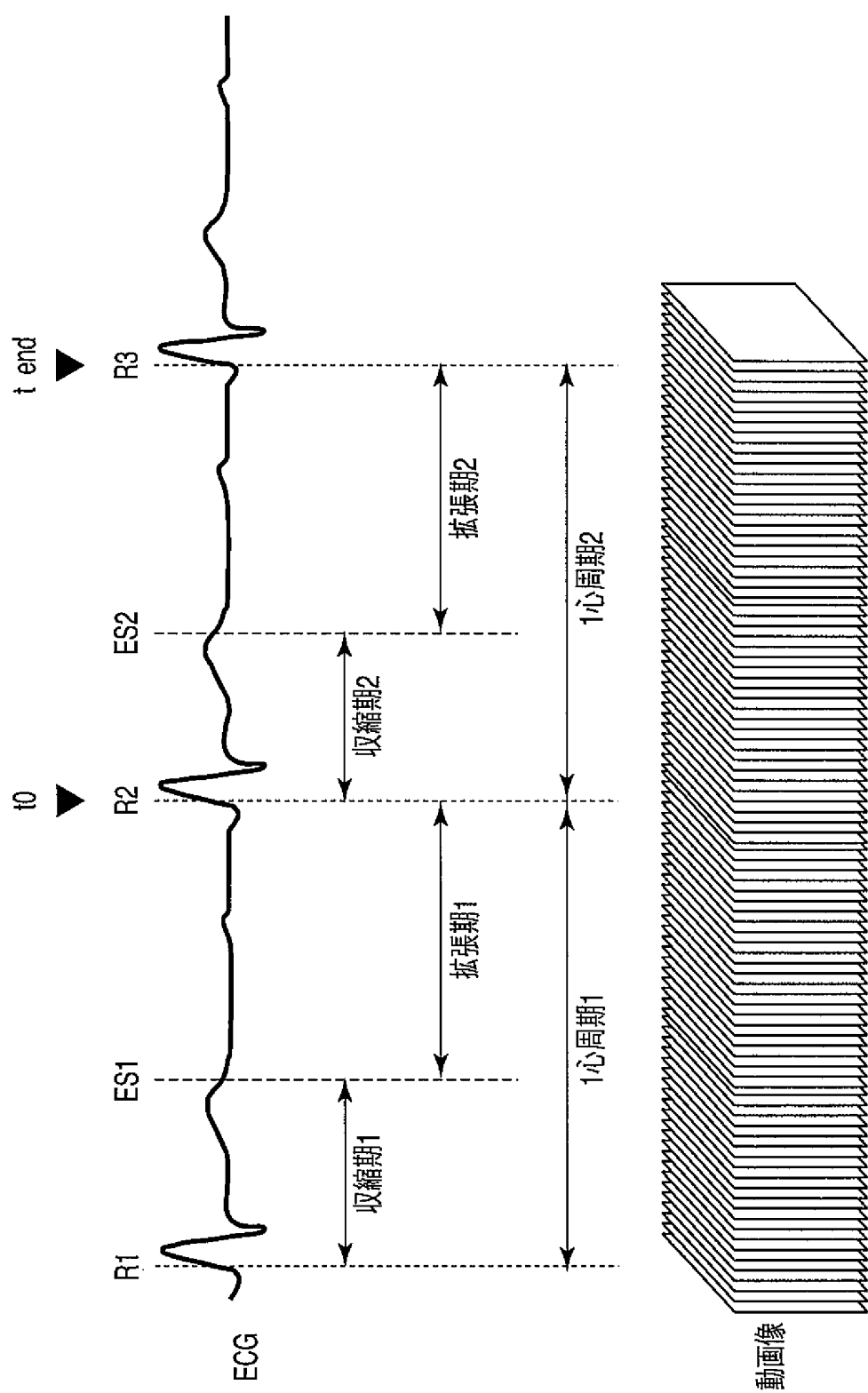
[図6]



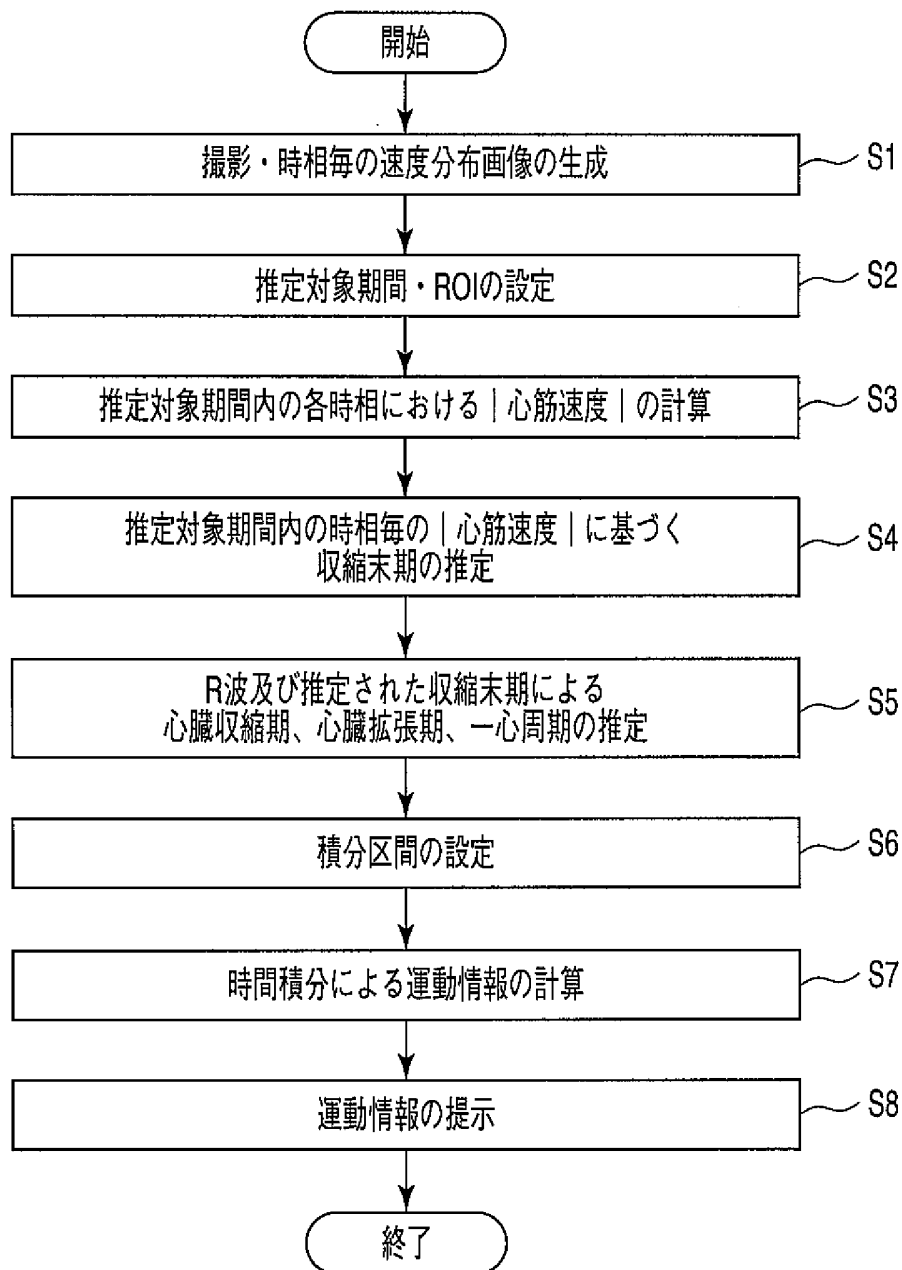
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/009966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁷ A61B8/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁷ A61B8/00-8/15

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-99328 A (Toshiba Corp.), 21 April, 1998 (21.04.98), Par. Nos. [0041] to [0048], [0056] to [0059]	1, 2, 4, 5, 7-10, 12, 13, 15, 16
Y	& US 2001/024516 A1 & US 2005/111717 A1	3, 4
A		6, 14
Y	JP 2003-175041 A (Toshiba Corp.), 24 June, 2003 (24.06.03), Full text; all drawings & US 2003/083578 A1	3, 11
A	Shinji OSHITA et al., "Choonpa Shin-echo Kinetic Gazo Shori ni yoru Shinkino no Jido Shikibetsuho", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers A, 01 December, 2001 (01.12.01), Vol.J84-A, No.12, pages 1461 to 1468	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 July, 2005 (07.07.05)Date of mailing of the international search report
26 July, 2005 (26.07.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ A 61 B 8/08		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ A 61 B 8/00-8/15		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年		
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JICSTファイル (JOIS)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 10-99328 A (株式会社東芝) 1998.04.21, 段落【0041】-【0048】, 段落【0056】-【0059】参照	1, 2, 4, 5, 7-10, 12, 13, 15, 16
Y	&US2001/024516 A1 &US2005/111717 A1	3, 4
A		6, 14
Y	J P 2003-175041 A (株式会社東芝) 2003.06.24, 全文, 全図 &US2003/083578 A1	3, 11
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 07.07.2005	国際調査報告の発送日 26.7.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 神谷 直慈 電話番号 03-3581-1101 内線 3290	2Q 9310

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	大下慎史ほか, 「超音波心エコーKinetic 画像処理による心機能の自動識別法」, 電子情報通信学会論文誌A, 2001. 12. 01, Vol. J84-A, No. 12, p. 1461-1468	1-16